BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882

SIEBENUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

BAND XXXVII.

MIT 9 TAFELN, 2 BILDNISTAFELN UND 83 TEXTABBILDUNGEN
IN 203 EINZELFIGUREN.

BERLIN,

GEBRÜDER BORNTRAEGER

W 35 Schöneberger Ufer 12a

1919

Sitzung vom 31. Januar 1919.

Vorsitzender: Herr P. LINDNER.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Mattfeld, Johannes, cand. phil. in **Berlin-Wilmersdorf**, Bingerstr. 64 II (durch L. DIELS und H. HARMS),

Fleischer, Max, Professor in **Berlin W 15**, Düsseldorfer Straße 73 (durch R. KOLKWITZ und L. DIELS),

Vierhapper, Dr. **Friedrich**, Privatdozent an der Universität und Honorardozent an der Tierärztlichen Hochschule in **Wien III/4**, Fasangasse 38 (durch R. V. WETTSTEIN und L. DIELS),

Hirmer, Dr. **Max**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut in **München** (durch K. V. GOEBEL und O. RENNER),

Kräusel, Dr. **Richard** in **Breslau 9**, Adalbertstraße 76 III (durch F. PAX und A. LINGELSHEIM) und

Merkel, Dr., Leiter der Saatzuchtabteilung der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft in **Berlin SW 11**, Dessauer Straße 14, (durch O. APPEL und P. HILLMANN).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Selmons, Maximilian in **Berlin-Friedenau** und

Schanz, Dr. **Fritz** in **Dresden-A.**

Mitteilungen.

I. R. Kolkwitz: Über das Schicksal des Chlorophylls bei der herbstlichen Laubverfärbung.

(Eingegangen am 4. Januar 1919.)

In seiner bekannten, an Anregungen reichen Arbeit „Zur Biologie des Chlorophylls" bemüht sich STAHL (1) den Nachweis zu führen, daß die Pflanze ganz allgemein mit dem Chlorophyllfarbstoff möglichst sparsam umgeht und ihn z. B. aus den sich herbstlich verfärbenden Blättern neben größeren Mengen von Kali, Phosphor und anderen wertvollen Stoffen, besonders Kohlenhydraten und Stickstoffverbindungen, in die überwinternden Teile zurückzieht. Die Buntblättrigkeit im Herbst stände demnach unter dem Einfluß der pflauzlichen Ökonomie und wäre darum keine bloße Folgeerscheinung chemischer Zersetzungen in den Zellen.

Zwar kommen bei einigen Monokotylen in bezug auf das Chlorophyll scheinbare Abweichungen von diesem Prinzip vor, doch dürften sich nach Ansicht des genannten Verfassers die widersprechenden Tatsachen bei weiteren Untersuchungen vielleicht gleichfalls mit seiner Annahme von der sparsamen Verwendung des Chlorophyllfarbstoffs in Einklang bringen lassen. Wenn im vorliegenden Fall von Ableitung des Chlorophylls die Rede ist, wird unter diesem Stoff nicht die Gesamtheit des Rohchlorophylls verstanden, sondern nur die Summe der stickstoffhaltigen Chlorophyllkomponenten a ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) und b ($C_{55}H_{70}O_4N_4Mg$), die bei der in Frage kommenden Ableitung in vorwiegend farblose und wohl auch wasserlösliche Verbindnngen umgewandelt werden dürften. Zu dieser Annabme führt die Beobachtung, daß in Zwiebeln, Knollen, Rhizomen usw. keine Verdichtung von zugeführtem Chlorophyll zu dunkelgrüner Farbe stattfindet und daß nach Versuchen von N. SWART (1) an Zweigen oherhalb von Ringelungsstellen keine Anhäufung von grünem Farbstoff stattfindet.

Bei der im vergangenen Herbst (1918) verhältnismäßig kontrastreichen und ausgiebigen Farbentönung der sich herbstlich verfärbenden Blätter bot sich mir günstige Gelegenheit, den Aus-

nahmefällen bei dem in Rede stehenden Problem in Fortsetzung früherer Studien nähere Aufmerksamkeit zu widmen. Dabei zeigte sich, daß die Zahl der wirklichen Ausnahmefälle größer war, als ich anfangs erwartet hatte, und daß sich demnach für den Chlorophyllfarbstoff eine allgemeine Unterordnung unter den genannten teleologischen Gesichtspunkt nicht wird ermöglichen lassen, was aber nicht daran zu hindern braucht, der Idee und Beweisführung STAHLs auch weiterhin Aufmerksamkeit zu schenken.

Einige Beispiele, die für die speziellere Darstellung ausgewählt wurden, mögen über nähere Einzelheiten Aufschluß geben.

Syringa vulgaris warf in den von mir beobachteten Fällen die Blätter grün ab und zwar noch assimilationsfähig, da sie trotz der Lostrennung von den Zweigen noch fortfuhren, im Licht Sauerstoff zu erzeugen, wie sich durch die Indigomethode zeigen ließ. Ähnlich verhielten sich auch andere Spezies von *Syringa*. Es handelte sich um vollkommen normalwüchsige Sträucher, welche zehn Jahre hintereinander immer mit demselben Erfolg beobachtet wurden; die Blätter fielen auch dann grün ab, wenn sie nicht von vorzeitig hereinbrechendem Frost überrascht wurden. Das Blühen erfolgte in jedem Jahre in normaler Weise. Die Pflanze ist zwar nicht deutscher Herkunft, aber an hiesige Verhältnisse gut angepaßt; zudem ist das Prinzip der Sparsamkeit nicht lediglich auf die in ihrer engeren Heimat wachsenden Pflanzen beschränkt gedacht, also ohne Rücksicht auf pflanzengeographische Gesichtspunkte aufgestellt.

Bei *Ligustrum* lagen die Verhältnisse ähnlich, doch fielen meist nicht alle Blätter ab oder doch erst im Verlauf eines längeren Zeitraumes.

In allen diesen Fällen, zu denen sich noch andere gesellen, haben die Pflanzen also den im Chlorophyll enthaltenen Stickstoff für ihren Stoffhaushalt nicht nötig, so daß ein Zwang zu seiner Ableitung aus Sparsamkeitsgründen nicht besteht.

Fraxinus excelsior kann die Blätter nach erfolgtem Vergilben abwerfen, doch beobachtet man auch nicht selten Laubfall, wenn die Blätter noch grün sind oder wenigstens noch deutlichen Gehalt an Chlorophyll aufweisen.

Brassica oleracea acephala (krauser Grünkohl) ist ein besonders lehrreiches Beispiel dafür, daß an künstlich losgetrennten grünen Blättern im Stadium der Nährstoffverarmung das Vergilben rasch eintreten kann, was nicht als glatter Beweis für Ableitung gilt. Pflückt man vom Stengel grüne Blätter ab, deren krauser Rand die ersten Anzeichen zum Gelbwerden aufweist und läßt sie unter

Behinderung der Verdunstung im Licht oder im Dunkeln etwa 48 Stunden lang liegen, so pflegen sie während dieser kurzen Zeit nicht langsamer als in Verbindung mit der Pflanze vollkommen gelb zu werden, ein Beweis dafür, daß auch ohne Zusammenhang mit dem Stengel, also ohne Ableitungsmöglichkeit, **schnelles** Entfärben der grünen Chlorophyllkomponenten a und b möglich ist. Welche Verbindungen dabei entstehen, ob z. B. Imide oder Ammoniaksalze, ob flüchtige oder nicht flüchtige, dürfte z. Z. nicht bekannt sein.

Ähnliche Fälle von Vergilben beobachtet man öfter auch an grünen Blättern in feuchten Pflanzenpressen, infolge ungünstiger Einwirkung auf die Chlorophyllkörner. Chlorophyll im engeren Sinne, Karotinoide und Chlorophyllträger dürften gegenüber den nachteiligen Veränderungen in den Zellen ungleiche Resistenz besitzen und dadurch eine Lockerung ihrer bis dahin einheitlichen Verkettung erfahren. A. MEYER (1) hat für *Tropaeolum maius* an der Hand eines reichen Tatsachenmaterials den Beweis zu erbringen gesucht, daß Eiweißgehalt der Chromatophoren und Vergilben in bestimmter, enger Beziehung zueinander stehen.

Bei *Crataegus pyracantha* stellte ich in bekannter Weise Einschnitte in das Blatt unter Durchtrennung der Mittelrippe her und beobachtete, daß das Gelbwerden der Blattteile bald oberhalb, bald unterhalb des Einschnittes (wo die Ableitung schneller möglich sein sollte) eintrat, so daß hier kein eindeutiger Beweis für die Ableitung der grünen Chlorophyllkomponenten gewonnen werden konnte.

Bei *Platanus orientalis* traten an ein und demselben Baum Blätter auf, deren Blattspreiten zeitlich **vor** den Nerven und (häufiger) solche, deren Lamina zeitlich **nach** den Nerven, den der Annahme nach hauptsächlichsten Ableitungsbahnen des Chlorophylls, vergilbten, wofern sie nicht beim Abfallen noch grüne Partien aufwiesen. Auch bei diesem Beispiel ist die Erhaltung der vorwiegenden Menge des Blattgrünstickstoffes für die in Frage stehenden Bäume unsicher.

Bei bestimmten Zierformen von *Rosa* beobachtet man ebenfalls öfter den Fall, daß die Hauptnerven und deren Umgebung an den Laubblättern zuerst gelb werden und diese im Übrigen z. T. grün abfallen. An den Blättern von *Azalea mollis* beobachtete STAHL ebenfalls eine in der Nähe der Haupt- und Nebenrippen beginnende Vergilbung.

Um kurz auch einige, freilich entferntere Beispiele unter den niederen Pflanzen zu erwähnen, sei bei den **Conjugatae** auf

solche kopulierende Fäden von *Spirogyra* hingewiesen, bei denen einzelne Zellen bei der Kopulation übersprungen werden; aus diesen wird das Chlorophyll zwecks Weiterverwendung nicht aus diesen später meist absterbenden Zellen in die benachbarten lebenden abgeleitet.

Unter den Schizophyceae liefern die Rivulariaceen und Nostocaceen Beispiele dafür, daß bei der Sporenbildung (besonders im Herbst) Teile des Chlorophylls für die Pflanze verloren gehen.

Die Ursachen, weshalb Chlorophyll, das funktionslos wird oder ist, für die Pflanze verloren gehen kann, sind offenbar darin zu suchen, daß seine Menge im Vergleich zu den übrigen, wertvollen Nährstoffen gering ist und der kleine Stickstoffverlust mithin keine wesentliche Bedeutung hat. Die große Färbekraft der Pigmente verleitet uns leicht, entsprechend auch größere Substanzmengen anzunehmen, obwohl deren Betrag bei Farbstoffen vielfach sehr gering ist. Die Summe der Chlorophyllkomponenten a und b beträgt nach WILLSTÄTTER und STOLL (1) etwa 0,8 pCt. des Gewichtes der Blatttrockensubstanz, wovon noch der zehnte Teil im vergilbten Blatt zurückbleiben kann. Dann ergibt sich durch Rechnung, daß der Stickstoffgehalt des Chlorophylls nur etwa 0,05 pCt. der Trockensubstanz der Blätter ausmacht, also etwa $^1/_{20}$ bis $^1/_{40}$ derjenigen Stickstoffmenge, die im Herbst aus den Blättern auswandert.

Literatur.

BÜSGEN, M., Bau und Leben der Waldbäume. Jena, 2. Aufl., 1917.

MEYER, ARTH. (1), Eiweißstoffwechsel und Vergilben der Laubblätter von *Tropaeolum maius*. Flora, 1918, Bd. 11 u. 12, S. 92 u. 117.

SACHS, JUL., Beiträge zur Physiologie des Chlorophylls. Flora, 1868, S. 193.

— —, Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen. Leipzig, 1865, S. 330—335.

STAHL, ERNST (1), Zur Biologie des Chlorophylls. Jena, 1909. Vergl. auch diese Berichte, 1907, Bd. 25, S. 530.

SWART, N. (1), Die Stoffwanderung in ablebenden Blättern. Jena 1914, S. 75.

TSWETT, M., Über das Pigment des herbstlich vergilbten Laubes. — Ber. d. Deutschen Bot Ges, 1908, Bd. 26a, S. 94—101.

WILLSTÄTTER, R. u. STOLL, A. (1), Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure. Berlin, 1918, S. 28, 29 u. 30.

Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Jena, 1912, Bd. 1, S. 881 und Bd. 7, S. 804.

2. Bruno Löffler: Experimentelle Untersuchungen über Regeneration des Gipfels und Kontaktempfindlichkeit bei Windepflanzen.

(2. Mitteilung.)

(Mit 8 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 30. Dezember 1918.)

Vorbemerkungen.

Nachdem die Anschauung PALMs[1]), der den Windepflanzen Berührungsempfindlichkeit absprach, über die ebenfalls im Jahre 1827 vertretene Ansicht HUGO VON MOHLs[2]), der den Windevorgang gerade durch Kontaktreizbarkeit zu erklären suchte, durch die Untersuchungen von DUTROCHET[3]), DARWIN[4]), DE VRIES[5]), SCHWENDENER[6]) und BARANETZKI[7]) schon den Sieg davongetragen hatte, versuchte nur noch KOHL[8]) 1884 die Annahme von Kontaktempfindlichkeit bei Windepflanzen wieder zu stützen, was ihm teilweise wohl auch gelang. Er wurde aber von AMBRONN[9]) und WORTMANN[10]) wirksam angegriffen, und nun wird bis auf die neueste Zeit in der weiterhin zum Windeproblem erschienenen

1) PALM, Über das Winden der Pflanzen. Tübingen 1827.

2) v. MOHL, Über den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen. Tübingen 1827.

3) DUTROCHET, Des mouvements révolutifs spontanés qui s'observent chez les végétaux. Ann. des. sc. nat., 2e sér., 1843, Tome XX. — Recherches sur la volubilité des tiges de certains végétaux et sur la cause de ce phénomène. Ann. des. sc. nat., 3e sér., 1844. Tome II.

4) DARWIN, On the movements and habits of climbing plants. Journ. of Linn. Soc. 1865.

5) DE VRIES, Zur Mechanik der Bewegungen von Schlingpflanzen. Arb. a. d. Bot. Inst. Würzburg 1874.

6) SCHWENDENER, Über das Winden der Pflanzen. Monatsber. d. k. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1881.

7) BARANETZKI, Die kreisförmigen Nutationen und das Winden der Pflanzen. Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg 31, 2883.

8) KOHL, Beitrag zur Kenntnis des Windens der Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot., 15. 1884.

9) AMBRONN, Zur Mechanik des Windens. Ber. über d. Verh. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 36, 1884.

10) WORTMANN, Theorie des Windens. Bot. Zeitg. 1886. — Über die Natur der rotierenden Nutation der Schlingpflanzen. Bot. Ztg. 1886.

Literatur, soweit sie zur Frage der Kontaktempfindlichkeit überhaupt noch Stellung nimmt, jede Mitwirkung des Kontaktreizes als widerlegt betrachtet[1]); ja es wird den zahlreichen Windepflanzen Berührungsempfindlichkeit überhaupt abgesprochen. Auch die Handbücher der Pflanzenphysiologie von SACHS[2]), PFEFFER[3]) und JOST[4]) nehmen diesen Standpunkt ein. Das Winden wird im allgemeinen lediglich als durch die rotierende Nutation und den negativen Geotropismus zustandekommend betrachtet, wobei die Stütze nur das mechanische Widerlager darstelle, das die geotropische Geradestreckung des Windesprosses verhindere.

BRENNER[5]), der durch gründliche Beobachtung von *Tamus communis* zu der Annahme gelangte, daß bei dieser Schlingpflanze die Kontaktreizbarkeit beim Winden eine wesentliche Rolle spielen müsse, gebührt das Verdienst, durch Reiben der Sprosse mit einem Hölzchen deutliche haptotropische Krümmungen hervorgerufen und somit zuerst wieder seit KOHL die Kontaktreizbarkeit einer Windepflanze erwiesen zu haben. Doch fand die 1912 erschienene Arbeit wohl kaum die verdiente Beachtung.

Im Jahre 1913 teilte ich Beobachtungen über Regeneration des Gipfels bei *Banisteria chrysophylla* Lam., *Ceropegia Sandersoni* Decn. und *Dioscorea sativa* L. mit[6]), die mit den herrschenden Anschauungen über Windepflanzen nicht im Einklang zu stehen und mir einen Weg zu weisen schienen, auf dem man ganz unabhängig vom Windevorgang die Frage nach der Kontaktempfindlichkeit zunächst für Windepflanzen mit gegenständigen Blättern prüfen könne. Wie erinnerlich, handelte es sich bei diesen Beobachtungen darum, daß beim Verlust des Gipfels die Achselknospen des obersten Blattpaares verschieden reagierten. Bei *Banisteria* wuchs die an der Kontaktseite des Windesprosses gelegene Knospe zum neuen Langtrieb aus, während die an der von der Stütze abgewendeten Seite befindliche Knospe nur einen Kurztrieb hervorbrachte oder in einem anderen Falle ganz im Ruhezustande verblieb.

---

1) Von einer Aufzählung dieser Abhandlungen kann deshalb hier abgesehen werden.

2) SACHS, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Leipzig 1887.

3) PFEFFER, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Leipzig 1904.

4) JOST, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 3. Aufl. Jena 1913.

5) BRENNER, Zur Biologie von *Tamus communis* L. Verh. d. Naturforsch. Ges. Basel. XXIII. 1912.

6) LÖFFLER, Über den Entwicklungsgang einer *Banisteria chrysophylla* Lam. und Regeneration des Gipfels bei Windepflanzen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXXI. 1913. Mit Tafel XIX.

Bei *Ceropegia* trieb an den drei obersten Knoten nur die Knospe der Kontaktseite aus, und ein trotz vorgerückter Jahreszeit noch gelungener Versuch mit *Dioscorea sativa* ergab, daß zwar beide Achselknospen des obersten Blattpaares austrieben, daß aber der aus der Knospe der Kontaktseite hervorgehende Trieb von Anfang an vor dem anderen im Wachstum gefördert wurde. Man vergleiche hierzu die meiner damaligen Mitteilung beigegebene Tafel. Nur das Experiment konnte weiterhin Klarheit bringen, ob dem Vorgang der Gipfelregeneration in der beobachteten Weise unter den Windepflanzen mit gegenständigen Blättern allgemeinere Verbreitung zukommt und wie er zu erklären ist. Drei Möglichkeiten waren ins Auge zu fassen: 1. ob Unterschiede in der Beleuchtung der beiden in Betracht kommenden Knospen das verschiedene Verhalten derselben verursachen, 2. ob der Gipfelersatz von der inneren Flanke des Windesprosses aus wie die Winderichtung schon in der inneren Organisation der Schlingpflanzen begründet ist, und 3. ob dabei ein von der Stütze ausgehender Reiz die ausschlaggebende Rolle spielt. Gleichviel, welche Möglichkeit durch experimentelle Untersuchung zur Tatsache erhoben werden würde, in jedem Falle, sagte ich mir, wäre das Ergebnis neu und interessant. Am wahrscheinlichsten erschien mir allerdings von vornherein die entscheidende Beeinflussung des Vorganges durch den Kontakt der Stütze, und der Umstand, daß man auf dem von mir gefundenen Wege die Frage nach der Kontaktempfindlichkeit der Windepflanzen völlig unabhängig vom Windevorgang einer experimentellen Prüfung unterziehen kann, stellte sich mir als ein Vorzug gegenüber der in der Pflanzenphysiologie üblichen Methode dar, durch Streichen mit einem rauhen Gegenstand Krümmungen hervorzurufen und dadurch Berührungsempfindlichkeit nachzuweisen. Ich sagte mir, daß bei Windepflanzen reine Kontaktkrümmungen unbeeinflußt durch Nutationskrümmungen nur schwer überzeugend zum Ausdruck zu bringen seien, selbst wenn sie wirklich zu erzielen wären. Aus diesen Gründen legte ich Versuchen auf dem von mir eingeschlagenen Wege einen gewissen Wert bei. Noch im Herbst 1913 unternahm ich in dem an der Südseite des Botanischen Instituts zu Innsbruck eingebauten Versuchsgewächshaus eine große Anzahl von Versuchen mit *Phaseolus multiflorus* und *Humulus Lupulus*, denen im Sommer 1914 Versuche im Garten mit *Dioscorea sativa* folgten. Leider konnte ich die Untersuchung vor Ausbruch des Krieges nicht mehr zum Abschluß bringen, und dann erfolgte bald meine Einberufung zum bayrischen Heere.

Unterdessen erschienen die mit Recht viel beachteteten Unter-

suchungen STARKs[1]) über Wesen und Verbreitung der Kontaktreizbarkeit, in denen auch den Windepflanzen auf erfolgreichen Versuchen beruhende, längere Ausführungen gewidmet werden, meine auf Berührungsempfindlichkeit bei Windepflanzen bindeutenden Beobachtungen jedoch unberücksichtigt bleiben. STARK konnte bei einer größeren Anzahl von Windepflanzen Kontaktreizbarkeit nachweisen, indem es ihm gelang, durch einseitiges Reiben der Sprosse Krümmungen hervorzurufen, die bei jugendlichen Pflanzen durch die ja erst später beginnenden Nutationen auch noch nicht beeinträchtigt sein konnten oder sich durch früheren Eintritt und längere Dauer von Nutationskrümmungen deutlich unterschieden. Weiter vermochte er durch Streichen der Sprosse ein Ablösen von der Stütze zu erreichen, wobei die Sproßspitze einen nach rückwärts gerichteten Haken bildete; ja es gelang ihm, durch starke Reizung bei sehr sensiblen Arten haptotropische Krümmungen zu fixieren, wenn sie solange erhalten werden konnten, bis das Wachstum an der Stelle aufgehört hatte. Das Vorhandensein von Kontaktreizbarkeit ist durch diese Feststellungen STARKs sicher erwiesen, noch nicht aber, ob eine Mitwirkung derselben beim Windevorgang besteht. STARK ist aber geneigt, ihr als drittem Faktor eine wenn auch mehr oder minder untergeordnete Rolle beim Winden zuzugestehen.

Auch FIGDOR[2]) lieferte neuerdings einen Beitrag zur Kontaktreizbarkeit von Windepflanzen, indem er an jungen *Asparagus*-Pflanzen typische Kontaktkrümmungen durch Reiben der Sprosse hervorrief. Es handelt sich dabei um eine Anzahl Arten, die in der Jugend selbständig aufrecht, später aber als Spreizklimmer weiterwachsen oder nach genügender Erstarkung Windesprosse treiben und zu Windepflanzen werden. Sie erinnern darin also an die von mir in ihrer Entwicklung geschilderte *Banisteria chrysophylla*[3]). FIGDOR untersuchte auch *Asparagus officinalis*, der zeit-

1) STARK, Untersuchungen über Kontaktreizbarkeit. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 33. 1915. — Experimentelle Untersuchungen über das Wesen und die Verbreitung der Kontaktreizbarkeit. Jahrb. f. wiss. Bot. 1916.

2) FIGDOR, Über die thigmotropische Empfindlichkeit der *Asparagus*-Sprosse. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Math.-nat. Kl. 124. Wien 1915.

3) Meinen damaligen Ausführungen braucht jetzt nicht viel hinzugefügt zu werden. Die *Banisteria* hat, nachdem sie schon 1913 mit ihren Windetrieben die Gewächshausgallerie erreicht hatte, in den vergangenen Jahren in der Höhe üppig ihre Laubmassen entwickelt und reichlich geblüht und gefruchtet. Wie ich gelegentlich eines Besuches des Botanischen Gartens in Dresden im September 1918 bemerkte, befindet sich im Mittelbau der dortigen Pflanzenhäuser ebenfalls eine *Banisteria (Heteropteris) chrysophylla*, deren Windetriebe

lebens selbständig aufrecht wächst und sich als nicht haptotropisch reizbar erwies, was im Verein mit der Tatsache, daß eine Anzahl Arten mit reizbaren Achsen später zu Windepflanzen sich entwickeln, darauf hindeutet, daß ein Zusammenhang zwischen Windephänomen und Kontaktreizbarkeit besteht.

Dagegen gelangte MIEHE[1]) in neuester Zeit bei seinen Versuchen an *Akebia quinata* hinsichtlich haptotropischer Empfindlichkeit wieder zu negativen Ergebnissen. Doch führt auch STARK diese Art in der Reihe derjenigen an, deren Sprosse auf Reizung nicht reagierten: nur die Blattstiele erwiesen sich als berührungsempfindlich.

Erst nach meiner Entlassung vom Heeresdienste konnte ich nach vierjähriger Unterbrechung im Sommer 1918 ergänzende Versuche anstellen, die auf etliche noch nicht untersuchte Arten ausgedehnt werden konnten. Freilich hat sich der Stand der Frage inzwischen wesentlich geändert. Die Priorität hinsichtlich des Nachweises der Kontaktempfindlichkeit von Windepflanzen, den ich durch meine Versuche 1913/14 schon weitgehend erbracht zu haben glaubte, ist mir an STARK und FIGDOR verloren gegangen, und ich könnte jetzt nur noch eine Bestätigung auf dem von mir gefundenen Wege erbringen, wenn durch meine Versuche nicht auch erstmalig der Vorgang der Gipfelregeneration bei Windepflanzen überhaupt verfolgt würde und sich an sie nicht auch Folgerungen knüpfen ließen, die bisher nicht erörtert worden sind. Allerdings vermag ich gegenwärtig infolge der tiefgehenden Schädigungen dieser Untersuchung durch die Kriegszeit die Erscheinung erst an einer beschränkten Anzahl von Windepflanzen zu behandeln und kann ein endgültiges Urteil noch nicht abgeben. Vielmehr betrachte ich alle bisherigen Versuche, obgleich eine Reihe

auch bis zum Dache emporgeklettert sind. Doch ist an dieser der Entwicklungsgang nicht mehr so deutlich zu überblicken, da die Krone des ehemaligen Bäumchens nicht mehr so gut erhalten ist wie an unserer Innsbrucker *Banisteria*. Den Übergang zur windenden Lebensweise konnte ich im Herbst 1918 an einer anderen Warmhauspflanze wieder beobachten, die gegenwärtig leider unbestimmt ist, da das Namensschild während der Kriegszeit mit ihrem außerordentlichen Personalmangel verloren gegangen ist. Das etwa 80 cm hohe Bäumchen, das in unserer warmen Kiste untergebracht war, trieb im September von einem der untersten Äste einen typischen Lianentrieb, der Anfang Oktober bereits 1,44 m lang war. Um der Pflanze die Weiterentwicklung zur windenden Liane zu ermöglichen, mußte sie in eines der höheren Warmhäuser verbracht werden. Sie vertrug aber den Wechsel nicht. Der Windetrieb begann bald abzusterben und das Bäumchen warf einen Teil seiner Blätter ab.

1) MIEHE, Beiträge zum Windeproblem. Jahrb. f. wiss. Bot., 56. 1915.

von Ergebnissen durchaus gesichert erscheint, mehr als eine gründliche Orientierung über die Methodik solcher Experimente und möchte in vorliegender Mitteilung nur im allgemeinen über die Resultate berichten, da ich sämtliche Versuchsreihen auf Grund der bisherigen Erfahrung unter Vermeidung der festgestellten Fehlerquellen zu wiederholen und dann mit tabellarischen und bildlichen Belegen auf den gleichen Gegenstand zurückzukommen gedenke.

I. Das Austreiben der Haupt- und Nebenknospen beim Gipfelersatz.

1. *Phaseolus multiflorus.*

Sowohl *Phaseolus multiflorus*, welche Art hypogäisch keimt, als auch die epigäisch keimenden Arten *Ph. vulgaris* und *Ph. tunkinensis*, deren Verhalten bei der Gipfelregeneration aber besonders behandelt werden soll, bilden meist nur ein Laubblattpaar aus, in selteneren Fällen zwei oder drei: weiter oben am eigentlichen Windesprosse gehen die Pflanzen zur Spiralstellung über. Bei meinen Versuchen mit *Ph. multiflorus* im Herbst 1913 zeigte sich, daß nur die Achselknospen der vorhandenen Blattpaare befähigt waren, den verlorenen Gipfel zu ersetzen; alle höher am Sprosse in den Achseln der spiralig angeordneten Blätter befindlichen Knospen ergaben nur Blütentriebe. Es erwies sich also als vollkommen gleichgültig, in welcher Höhe der Windesproß von *Ph. multiflorus* dekapitiert wurde, der Ersatz erfolgte doch von dem meist nur vorhandenen einzigen oder wenigstens vom obersten Blattpaar aus, mithin in den meisten Fällen gar nicht vom eigentlichen Windesprosse. Nachdem ich bei den ersten Versuchsreihen, bei denen ich die Pflanzen vor der Dekapitierung hoch an den Stützen emporwinden ließ, diese Erfahrung gemacht hatte, konnte ich also, um Zeit zu gewinnen, dieselben schon beim Übergang zur Spiralstellung ihres Gipfels berauben, zumal bei der von mir angewandten Methode zunächst ja nur das Austreiben gegenständiger Knospen beobachtet werden sollte. Da meist nur ein Blattpaar gebildet wird, experimentierte ich also in allen diesen Fällen mit den Keimpflanzen, mit der noch selbständig aufrecht wachsenden Jugendform. In Wirklichkeit dürfte ja nur selten das unterste Internodium schon Stützenkontakt haben; vielmehr wird es zumeist mehr oder minder weit von der Stütze entfernt sein, die erst von höheren nutierenden Internodien erfaßt wird, wobei es allerdings vorkommen kann, daß wenigstens der unterste Knoten beim Umschlingen der Stütze an diese herangezogen und so in die für meine Fragestellung geeignete Lage kommt. Beim Experiment

kann man natürlich schon dem untersten Internodium Stützkontakt geben und somit versuchen, ob schon bei der noch selbständig aufrecht wachsenden Jugendform das Austreiben der Knospen beim Gipfelersatz durch die Stütze beeinflußt und so deren Kontaktempfindlichkeit nachgewiesen werden kann, was übrigens auch STARK durch Streichen von Keimlingen von *Ph. multiflorus* festgestellt hat. Zu beachten ist dabei nur, daß die Achselknospen der Blattpaare oft deutlich verschieden kräftig angelegt sind. Solche Pflanzen sind natürlich zu exakten Versuchen unbrauchbar. Wenn man wirklich erkennen will, ob in der Tat eine Wachstumsförderung des aus der Knospe der Kontaktseite hervorgehenden Triebes erfolgt, dürfen nur Pflanzen mit gleichmäßig kräftigen Knospen in den Achseln des jeweils obersten Blattpaares verwendet werden, was sich mit hinreichender Genauigkeit beurteilen

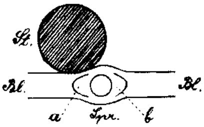


Abb. 1.

läßt, unter Umständen mit Verwendung der Lupe. Bei Versuchspflanzen mit mehreren Blattpaaren wurde das Austreiben der Achselknospen des obersten verfolgt, falls diese gesund und gleichwertig waren; etwaige aus den Achseln tieferer Blattpaare kommende Triebe wurden frühzeitig beseitigt. Die Stütze wurde stets bald nach der Entfaltung des ersten Blattpaares so angebracht, daß sie schon das unterste Internodium möglichst in ganzer Länge, dann aber auch einen der Blattstiele berührte, um so die zugehörige Achselknospe durch den Kontaktreiz beim Austreiben zu begünstigen. Die schematische Abb. 1, die einen Querschnitt durch Stütze (St.), Sproß (Spr.) und Blattstiele (Bl.) am regenerierenden Knoten darstellt, soll dies veranschaulichen und erläutert auch die in vorliegender Darstellung durchwegs angewendeten Bezeichnungen der Knospen (a und b). Bei derartiger Anbringung der Stütze und ausschließlicher Verwendung von Versuchspflanzen mit gleichwertigen Knospen erhielt ich aber auch völlig eindeutige Ergebnisse bei sowohl hoch an der Stütze emporgewundenen und erst

in höheren Internodien dekapitierten Windesprossen als auch bei bereits nach dem letzten Blattpaar des Gipfels beraubten Pflanzen[1]). Es wuchsen in jedem Falle beide Achselknospen aus; doch war der aus der Knospe der Kontaktseite (a, Abb. 1) hervorgehende Trieb von dem aus der Knospe der von der Stütze abgewendeten Seite (b) entstehenden Sprosse von Anfang an stets beträchtlich im Wachstum gefördert, behielt immer einen deutlichen Vorsprung und begann zuerst zu winden, ersetzte also auch zuerst den verlorenen Gipfel. Genaue Dickenmessungen ergaben ferner, daß der Trieb a auch durchwegs stärker war als der Trieb b.

Wurden diese spiralig beblätterten Ersatztriebe in ihrem untersten Internodium abgeschnitten, so trieben die an ihrem Grunde befindlichen kollateralen Beiknospen alsbald aus, über

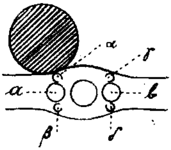


Abb. 2.

deren Bezeichnung die Abb. 2 Aufschluß gibt, und zwar war in allen beobachteten Fällen die der Stütze zugekehrte Beiknospe α der ehemaligen Achselknospe a, die dem bevorzugten Ersatztriebe den Ursprung gegeben hatte, wieder bedeutend beim Austreiben vor den anderen gefördert und ergab den längsten und kräftigsten Beisproß.

Wie bereits hervorgehoben, wurde bei *Ph. multiflorus* bisher keine Gipfelregeneration aus den Achseln der spiralig am eigentlichen Windesprosse angeordneten Blätter beobachtet. Da Versuche nach dieser Richtung mit anderen Bohnenarten im Sommer 1918 positiv verliefen, worüber in den anschließenden Abschnitten berichtet wird, erscheint dieses Ergebnis zweifelhaft und bedarf der Nachprüfung.

---

1) Nach Entfernung des Gipfels wurde der Sproß an der Dekapitationsstelle mit Bast an der Stütze festgebunden.

2. *Phaseolus vulgaris.*

Mit *Phaseolus vulgaris* wurden im Juli und August 1918 zwei Reihen von Versuchen unternommen. Um zu erkennen, ob nicht auch Achselknospen der spiralig am Windesprosse stehenden Blätter zum Gipfelersatz befähigt seien, ließ ich eine Anzahl Pflanzen dieser Art verschieden hoch an den Stützen emporwinden, bevor zur Dekapitation geschritten wurde. In der Tat wurde das gewünschte Ergebnis erreicht. Bei allen Versuchspflanzen dieser Serie trieb die Achselknospe des obersten Blattes zum neuen, den verlorenen Gipfel ersetzenden Langtrieb aus, und die kollateralen Beiknospen entwickelten sich zu Blütentrieben. Für meine Fragestellung war dieses Ergebnis natürlich unbrauchbar, da diese ja auf dem Vergleich des Austreibens zweier Knospen beruht, von

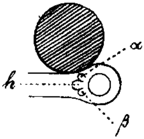


Abb. 3.

denen die eine durch den Kontakt der Stütze bevorzugt erscheint. Die Achselknospen des einzigen, beziehentlich des obersten Blattpaares trieben bei diesen Pflanzen vorerst nicht aus. Die zweite Versuchsreihe, bei der die Sprosse bereits beim Übergang zur spiraligen Blattstellung ihres Gipfels beraubt wurden, bestätigte durchaus die bei *Ph. multiflorus* erhaltenen Ergebnisse, ebenso, wie vorausgeschickt sei, eine entsprechende Serie der im folgenden Abschnitt behandelten Art.

3. *Phaseolus tunkinensis.*

Mit dieser Art wurde ganz in gleicher Weise verfahren wie mit *Ph. vulgaris.* Doch ergaben die Versuche mit hoch an den Stützen emporgewundenen und über einem der Spiralblätter dekapitierten Sprossen ein neues erfreuliches Ergebnis. Nur ein Exemplar ersetzte den abgeschnittenen Gipfel in der bei *Ph. vulgaris* beobachteten Weise; alle anderen Versuchspflanzen von *Ph. tunkinensis* verfuhren gerade umgekehrt. Die Hauptknospe des obersten Blattes (h, Abb. 3) ergab nur einen Blütentrieb, während ihre

beiden kollateralen Beiknospen (α und β, Abb. 3) zu neuen windenden Langtrieben auswuchsen, und zwar erwies sich der aus der stützseitigen Beiknospe α hervorgehende Trieb dem aus der an der kontaktfreien Seite gelegenen Beiknospe β entstehenden Sprosse deutlich überlegen und zwar um so mehr, je besser die in Abb. 3 veranschaulichte Lage der Knospen zur Stütze verwirklicht war. Die Stiele der spiralig am Windesprosse stehenden Blätter legen sich nämlich mehr oder minder der Stütze an, können aber auch frei von ihr abstehen. Bei neuen exakteren Versuchen mit *Ph. tunkinensis*, übrigens einer überaus schlanken und rasch und gut windenden Art, wird deshalb genau darauf zu achten sein, daß der Windesproß stets über einem Blatt dekapitiert wird, dessen Stiel der Stütze gut anliegt, wodurch die eine Beiknospe in die für eine Bevorzugung durch den Kontakt günstige Lage kommt. Wie diese Versuche lehren, ist die von mir gefundene Fragestellung also nicht nur auf Windepflanzen mit gegenständigen Blättern, sondern unter Umständen auch auf solche mit spiraliger Beblätterung und kollateralen Beiknospen anwendbar.

4. *Humulus Lupulus.*

Mit Hopfen wurden Versuche bereits im Herbste 1913 unternommen. Ausgegrabene Pflanzen wurden damals in Töpfe gesetzt, im Kalthaus zum Einziehen gebracht und hierauf in das an der Südseite des Instituts eingebaute Versuchsgewächshaus überführt, wo aus den Wurzeln frische Sprosse austrieben, die zu Versuchen verwendet werden konnten. Während der Sommer 1914 und 1918 wurden die Versuche an Freilandpflanzen wiederholt. *Humulus Lupulus* und die in den folgenden Abschnitten behandelten Windepflanzen *Dioscorea sativa* und *Hexacentris mysorensis* sind durchwegs am ganzen Sprosse gegenständig beblättert. Nach der Dekapitation erfolgt die Regeneration des Gipfels dann stets vom obersten Blattpaar aus. Oft treiben auch noch, wenn auch schwächer als am obersten, die Achselknospen des nächst tieferen Blattpaares aus; die hier entstehenden Triebe werden aber zweckmäßig frühzeitig entfernt. Um bei diesen Windepflanzen zu eindeutigen Ergebnissen zu gelangen und stets zwei Ersatztriebe mit beträchtlichem Längenunterschied zu erzielen, ist zu beachten, daß die Sprosse über einem Knoten dekapitiert werden, an dem die Knospen die für eine Bevorzugung der einen durch den Kontakt der Stütze günstige Lage haben. Das wird dann zutreffen, wenn die Stütze dem Windesprosse deutlich an der durch das eine Blatt bezeichneten Flanke anliegt und auch den Stiel desselben berührt, während die

gegenüberliegende Seite und der andere Blattstiel vollständig von der Stütze abgekehrt sind. Je mehr die Stütze gerade zwischen den beidon Blattinsertionen den Windesproß berührt, desto weniger ausgeprägt wird der Längenunterschied der beiden aus den Achselknospen hervorgehenden Ersatztriebe. Natürlich dürfen zu den Versuchen auch nicht zu dicke Stützen verwendet werden, da sonst die für die Bevorzugung einer Achselknospe günstige seitliche Berührung des Windesprosses nicht gewahrt bleibt. Seltener und geringer sind bei diesen Windepflanzen die bei *Phaseolus* als oft beträchtlich erkannten Unterschiede in der Stärke der Achselknospen eines Blattpaares; doch ist es auch bei ihnen notwendig, daß man vor der Dekapitierung das zur Gipfelregeneration gewählte Knospenpaar genau daraufhin prüft. Versuche, die bereits unter peinlicher Vermeidung der soeben geschilderten, empirisch festgestellten Fehlerquellen unternommen wurden, ergaben aber bei *Humulus Lupulus* und den in den anschließenden Abschnitten behandelten Windepflanzen durchwegs sehr deutliche Ergebnisse. Beim Hopfen, der ebenfalls kollaterale Beiknospen besitzt, entsprachen diese ganz den Resultaten bei den untersuchten Bohnenarten. Der aus der an der Kontaktseite gelegenen Knospe a hervorgehende Trieb übertraf den aus der Knospe der kontaktfreien Flanke b entstehenden Sproß stets beträchtlich an Länge. Ein derartiges Ergebnis zeigt die Abb. 8, die indessen in anderem Zusammenhang besprochen wird. Nach Beseitigung der Ersatztriebe a und b trieben bei *Humulus* in der Regel überhaupt nur die Beiknospen der Kontaktseite α und β aus; doch erwies sich der aus der stützseitigen Beiknospe α hervorsprossende Trieb in allen Fällen wieder bedeutend überlegen.

5. *Dioscorea sativa.*

Der erste Versuch mit *Dioscorea sativa* wurde bereits im Spätsommer 1913 angestellt und in meiner ersten Mitteilung bereits beschrieben und abgebildet[1]). Während der Sommer 1914 und 1918 wurden dann mit dieser Windepflanze eine große Anzahl von Versuchen unternommen, bei denen ich unter Beachtung der gekennzeichneten Gesichtspunkte sehr klare, die Wachstumsbegünstigung des aus der Knospe der Kontaktseite a hervorgehenden Triebes deutlich zeigende Ergebnisse erhielt. Obgleich sich wieder beide Ersatztriebe zu winden befähigt zeigten, erschien der stützseitige Sproß a doch als der typischere Windetrieb, da er auch wesentlich gestrecktere Internodien besaß. Ja in einzelnen Fällen

1) LÖFFLER, l. c. pag. 479. Taf. XIX. Abb. 8.

stellte der Ersatzsproß der kontaktfreien Seite b sein Wachstum frühzeitig ein und überließ den Gipfelersatz allein dem Trieb a der Kontaktseite. Zur Zeit der Dekapitation waren aber Unterschiede in der Stärke der Knospen nicht zu bemerken. *Dioscorea* besitzt im Gegensatz zu den bisher besprochenen Arten seriale Beiknospen. Wurden die Ersatztriebe a und b in ihrem untersten Internodium abgeschnitten, so trieben die Beiknospen α und β aus; der aus α (Abb 4) entstehende Beisproß erwies sich wieder als der bedeutend überlegene. Wurden auch die Beisprosse α und β wieder beseitigt, so trieb in der Regel nur noch die an der Kontaktseite gelegene Beiknospe zweiten Grades α^1 aus. Abb. 4 möge diese Ausführungen ergänzen.

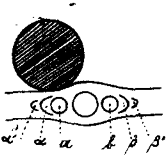


Abb. 4.

6. *Hexacentris mysorensis* Wight.

An dieser zu den *Acanthaceae* gehörigen Windepflanze gelang mir in jüngster Zeit ein äußerst prägnanter Versuch. Ich hatte sie im August und September 1918 in der warmen Kiste des Botanischen Gartens etwa 90 cm hoch an einer nur wenig mehr als 1 cm dicken Stütze emporwinden lassen, wobei ich beobachtete, daß die Sproßspitze der Stütze immer eng angeschmiegt und von rotierender Nutation mit überhängendem Gipfel nicht das geringste zu bemerken war. Der Windesproß kroch beim Emporwinden förmlich um die Stütze herum, was mir auch an anderen Schlingpflanzen bereits aufgefallen war und wohl darauf hindeutet, daß bei manchen der Kontaktreiz beim Windevorgang eine bedeutende Rolle spielt. Bevor ich den Windesproß von *Hexacentris* am 5. Oktober dekapitierte, musterte ich genau die einzelnen Blattpaare in bezug auf ihre Lage zur Stütze und die Stärke ihrer Knospen und wählte ein etwa 42 cm über dem Boden befindliches zum Regenerationsversuch, so daß ich den Windesproß seiner größeren oberen Hälfte beraubte. Die beiden Achselknospen blieben längere Zeit vollkommen unverändert; erst gegen Ende Oktober

wurde die stützseitige Knospe a deutlich kräftiger und begann Anfang November auszutreiben; die Knospe b aber verharrte weiter vollkommen im Ruhezustand. Der Trieb a erreichte bis zum 3. Dezember 1918 eine Länge von 12.4 cm und hatte bereits seine erste Windung ausgeführt, als ich ihn an diesem Tage etwa 1 cm über der Insertion abschnitt. Nun erst begann sich die Knospe b zu regen; sie treibt gegenwärtig aus, um nun ihrerseits den verlorenen Gipfel zu ersetzen.

Obgleich ich somit den Vorgang der Regeneration des Gipfels bei Windepflanzen, den ich bei *Banisteria* zuerst beobachtet und bei *Ceropegia* in gleicher Weise angetroffen hatte, nunmehr auch erst an sechs verschiedenen Schlingpflanzen eingehender verfolgen konnte, wobei Arten mit kollateralen und serialen Beiknospen sowie Links- und Rechtswinder berücksichtigt wurden, glaube ich nunmehr doch zu der Annahme berechtigt zu sein, daß er bei Windepflanzen mit gegenständigen Blättern und vielleicht auch bei einer Anzahl mit spiraliger Beblätterung und kollateralen Beiknospen allgemein in der Weise verbreitet ist, daß die Knospe der Kontaktseite beim Austreiben vor der an der kontaktfreien Sproßflanke gelegenen bevorzugt ist und der aus ihr hervorgehende Trieb im Wachstum beträchtlich begünstigt erscheint, wenn auch vielleicht nur in verhältnismäßig wenig Fällen die Knospe der von der Stütze berührten Seite des Windesprosses wie bei *Banisteria*, *Ceropegia* und *Hexacentris* allein austreibt und den verlorenen Gipfel ersetzt.

II. Versuche zur Erklärung der Wachstumsförderung des kontaktseitigen Ersatztriebes.

1. Die Regeneration des Windepflanzengipfels und das Licht.

Um zu einer Erklärung der bisher an acht Windepflanzen mit gegenständigen Blättern festgestellten Erscheinung einer beträchtlichen Wachstumsbegünstigung des kontaktseitigen Ersatztriebes zu gelangen, mußte die Frage geprüft werden, ob das verschiedene Verhalten der beiden an der Regeneration beteiligten Knospen auf verschiedene ihnen zukommende Lichtintensitäten zurückzuführen ist. Dabei wurden verschiedene Wege eingeschlagen. Zunächst achtete ich bei einer Reihe von Versuchen darauf, daß die hierzu verwendeten, schon über dem primären Blattpaar dekapitierten *Phaseolus*-Pflanzen im Gewächshaus in verschiedene Stellung zum Lichteinfall gebracht wurden, daß also in einer Anzahl von Fällen die kontaktseitige Knospe a konstant dem Lichte

zugekehrt war, bei anderen Pflanzen aber stets im Schatten der Stütze lag, während die Knospe der kontaktfreien Seite b bei beiden Anordnungen vom einfallenden Lichte getroffen wurde. Die Abbildungen 5a und 5b mögen dies veranschaulichen; die Richtung des einfallenden Lichtes ist durch Pfeile angedeutet. Im ersten Falle mögen den beiden Knospen a und b wohl die gleichen Lichtintensitäten zukommen; im zweiten Falle aber wird a sicher eine geringere Lichtmenge zugeführt als b. Um Beleuchtungsunterschiede möglichst aufzuheben und den beiden Knospen gleiche Lichtintensitäten zukommen zu lassen, wurden Glasstützen verwendet oder die Versuchspflanzen wurden auf Klinostaten gezogen, wo sie sich beständig in langsamer Drehung befanden, wodurch sich die Beleuchtung der regenerierenden Knospen fortwährend

a Abb. 5. b

änderte. Endlich wurde das Licht bei einer größeren Anzahl von Versuchen ganz ausgeschaltet. Um den regenerierenden Knoten wurde aus Pappe eine kleine Dunkelkammer konstruiert, die an den Austrittsöffnungen für Sproß und Stütze sowie für die Blattstiele mit schwarzer Watte lichtdicht verschlossen wurde. Auch ganze Pflanzen wurden kurz vor der Dekapitation verdunkelt, litten darunter während der doch längere Zeit beanspruchenden Versuchsdauer aber meist so, daß es kaum zu einem schwachen Austreiben der Knospen kam, weshalb weiterhin nur im Dunkeln gekeimte und ständig im Etiolement gehaltene Versuchspflanzen zu derartigen Experimenten in der physiologischen Dunkelkammer des Instituts verwendet wurden. Das Resultat der Versuche war stets das gleiche; ob nun in der Tat den beiden Knospen verschiedene Lichtintensitäten zugeführt wurden, ob Beleuchtungsunterschiede aufgehoben waren oder das Licht überhaupt ausgeschaltet war, immer übertraf der aus der Knospe a hervorgehende

Trieb den Sproß b beträchtlich an Länge und Triebkraft, wenn nur sonst die in den vorhergehenden Abschnitten gekennzeichneten Fehlerquellen ausgeschlossen wurden. Beleuchtungsverhältnisse dürften somit wohl keinesfalls das verschiedene Verhalten der beiden Knospen beim Gipfelersatz bedingen.

2. Ist die Begünstigung des Ersatztriebes der inneren Sproßflanke in der Organisation der Windepflanzen begründet?

Auch diese Frage bedurfte einer ernsthaften Prüfung. Es wäre ja denkbar, daß ebenso wie die Richtung der Windebewegung auch die Bevorzugung der an der konkaven Windungsflanke des Sprosses gelegenen Knospe schon dispositionell in der inneren Organisation der Windepflanzen festgelegt ist und somit einer weiteren Erklärung gar nicht zugänglich wäre. Wenn es gelänge, an sogenannten freien Windungen von Schlingpflanzen, die ohne Stütze, vielleicht an einer geeigneten Aufhängevorrichtung gezogen wurden, eine beträchtliche Wachstumsförderung des Ersatztriebes der inneren Sproßseite festzustellen, dann würde das gewiß zu gunsten dieser Auffassung sprechen. Leider konnte ich diesen Versuch, in dem wohl eine Art experimentum crucis erblickt werden kann, noch nicht ausführen. Meine zahlreichen gelungenen Versuche mit Keimpflanzen von *Phaseolus*, die bereits über dem einzig vorhandenen Blattpaar dekapitiert wurden, zeigten aber, daß sich auch an völlig geraden Sprossen eine beträchtliche Wachstumsförderung eines der beiden aus den Achselknospen hervorgehenden Triebe erzielen läßt, wobei es völlig gleichgültig ist, auf welcher Seite man die Stütze anbringt. Wäre ferner die Bevorzugung der Knospe der inneren Flanke eine in der Organisation begründete Erscheinung, so dürfte sie wohl ebenso wie die Winderichtung keine Ausnahmen zulassen. Solche kommen aber doch vor. Ich beobachtete beispielsweise an *Dioscorea sativa*, daß die Knospe der äußeren Windungsflanke in einigen Fällen stärker angelegt war als die der inneren. Sie ergab dann meist auch den längeren Ersatztrieb. Auf solche Fälle wird übrigens noch zurückzukommen sein. Obgleich ich zugebe, daß die in Rede stehende Frage schon noch einiger Nachprüfung bedarf, dürfte eine positive Beantwortung meines Erachtens wohl nicht zu erwarten sein.

3. Die Abhängigkeit der Gipfelregeneration vom Kontakt der Stütze.

Wiederholt habe ich in den vorhergehenden Abschnitten darauf hingewiesen, daß zu einem deutlichen Gelingen der Regene-

rationsversuche, zur Erzielung zweier Ersatztriebe mit beträchtlichem Längenunterschied im Sinne meiner Arbeitshypothese außer der Verwendung gleichmäßig kräftiger Knospen unbedingt notwendig ist, daß die mäßig dicke Stütze in die für die Begünstigung einer Knospe beim Austreiben vorteilhafte Lage gebracht wird. In der Tat gelangte ich im Laufe der Untersuchung zu der Überzeugung,

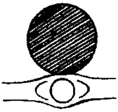


Abb. 6.

daß das Längenwachstum der beiden in den meisten Fällen entstehenden Ersatztriebe allein durch die Stütze entscheidend beeinflußt wird. Die Achselknospen des primären Blattpaares von *Phaseolus*-Keimpflanzen, die ohne Stütze gezogen wurden, trieben, falls sie gleichwertig waren, nach der Dekapitation zu annähernd gleich langen Sprossen aus. Dasselbe Resultat erzielt man, wenn

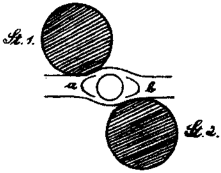


Abb. 7.

die Stütze, wie Abb. 6 andeutet, dem Bohnenkeimling so anliegt, daß sie ihn gerade zwischen den durch die Blattstiele bezeichneten Flanken berührt. Auch mit *Dioscorea sativa* verfolgte ich solche Versuche. Die Stütze verlief am regenerierenden Knoten gerade zwischen den beiden Blattinsertionen; die beiden Achselknospen waren gleich weit von ihr entfernt, und das Ergebnis bestand in zwei annähernd gleich langen Trieben. *Phaseolus*-Keimpflanzen kann man auch mit Doppelstütze versehen, wie aus Abb. 7 er-

sichtlich ist. Auch dann erhält man beim Austreiben der Achselknospen, deren Gleichwertigkeit vorausgesetzt, zwei Ersatzsprosse mit nur geringfügigem Längenunterschied. Es wurden mit solchen Bohnenkeimlingen ferner Versuche mit Stützwechsel vorgenommen, indem die anfangs der Knospe a gegebene Stütze später an die in Abb. 7 ersichtliche Stelle der Stütze 2 gebracht wurde. Freilich sind die entstehenden Ersatztriebe kein so plastisches Material, daß man nun bald den einen, bald den anderen als den längeren erhält; es lassen sich aber durch geschickten, rechtzeitigen Wechsel doch wenigstens zwei Sprosse von gleicher Länge erzielen. Man wird dabei doch immer auch mit einer Nachwirkung des Reizes zu rechnen haben. Will man aber wirklich einen Ersatztrieb erziehen, der den anderen beträchtlich an Länge, Stärke und Triebkraft übertrifft, dann muß man die Stütze eben einer der beiden Knospen möglichst genähert anbringen, wie es die Abb. 1 veranschaulicht. Bei wirklichen Windesprossen kommen die Blattpaare von selbst mehr oder minder in die für die Bevorzugung einer der beiden Achselknospen günstige Lage. Man wählt dann zum Regenerationsversuch einen Knoten aus, der diese recht deutlich zeigt. Verwendet man ausnahmsweise *Phaseolus*-Keimpflanzen mit verschieden kräftig angelegten Knospen, so kann man relativ auch sehr gut die Wirkung des Kontaktreizes verfolgen. Gibt man nämlich die Stütze an die Sproßseite der stärkeren Knospe, so treibt diese in vielen Fällen allein aus, und die schwächere verharrt im Ruhezustande. Erhält aber die schwächere die Stütze, so kann man erreichen, daß der aus ihr hervorgehende Sproß den aus der stärkeren Achselknospe entstehenden fast oder ganz im Wachstum einholt. Auch bei *Dioscorea* habe ich beide Fälle mehrmals beobachtet. Es ist aber noch ein sehr wichtiger Punkt zu bedenken. Ich habe schon mehrmals darauf hingewiesen und auch aus den Figuren geht es hervor, daß die Stütze außer dem Sprosse auch noch den einen Blattstiel, beziehentlich das Blattpolster berührt. Es wäre ja nun denkbar, daß die Aufnahme des Kontaktreizes der Stütze gar nicht durch den Sproß erfolgt, sondern eben durch jene Organe. Um diese Frage zu entscheiden, stellte ich zweierlei Versuche an. Einmal entfernte ich mit scharfen Schnitten beide Blätter und präparierte auch die Blattpolster weg und beobachtete dann das Austreiben der Knospen. In anderen Fällen aber verwendete ich Stützen, die an dem zum Regenerationsversuch gewählten Knoten mit einer Einkerbung versehen waren, so daß allein der Sproß Kontakt hatte, Knoten und Blattstiele aber vollkommen frei lagen. Bei beiden Versuchsanordnungen verlief das

Austreiben der Knospen aber ganz im Sinne meiner Arbeitshypothese. Trieb a übertraf b bedeutend an Länge. Aus diesem Ergebnis geht ferner hervor, daß der Kontaktreiz, der doch nur vom Sprosse ober- und unterhalb der Einkerbung perzipiert worden sein kann, über die Kerbe hinweg dem Knoten und insbesondere der Knospe a zugeleitet worden sein muß. Reizleitung in gewissem Maße muß ja bei allen meinen Versuchen angenommen werden; denn die Knospe a hat ja in keinem Falle jemals direkten Kontakt; immer werden nur Sproß und Blattpolster von der Stütze berührt. Die Abb. 8 gibt einen solchen Versuch mit Einkerbung der Stütze aus dem Jahre 1914 wieder. Bei *Humulus Lupulus*

Abb. 8. Regenerationsversuch mit *Humulus Lupulus* an eingekerbter Stütze. a) Ersatztrieb der Kontaktseite. b) Ersatzsproß der kontaktfreien Flanke. c) Nebenblättchen in der Einkerbung der Stütze. d) Dekapitationsstelle des Gipfels.

scheinen die Blattstiele nämlich besonders kontaktempfindlich zu sein, da sie sich oft direkt zur Stütze hinkrümmen, und jedenfalls *nimmt auch der anliegende an der Perzeption* des Kontaktreizes teil. Wie aus dem in Abb. 8 abgebildeten Versuch hervorgeht, genügt es aber, wenn auch nur der Windesproß ober- und unterhalb der Kerbe Kontakt hat. Man erkennt deutlich, daß der Trieb der Kontaktseite a etwa doppelt so lang ist als b. Die Perzeption des Kontaktreizes dürfte also in der Tat hauptsächlich durch den Windesproß erfolgen.

Ich zweifle nicht, daß es mir gelungen ist, durch die in den vorliegenden Abschnitten geschilderten Versuche nachzuweisen, daß der Vorgang der Regeneration des Gipfels bei Schlingpflanzen allein vom Kontakt der Stütze abhängig ist und Windepflanzen entgegen der bis in die neueste Zeit herrschenden Ansicht somit

kontaktempfindlich sind. Ob der Kontaktreiz auch beim Zustandekommen der Windungen beteiligt ist, bleibt aber auch durch die vorliegende Untersuchung noch völlig dahingestellt, wenn es mir auch verschiedene Wahrnehmungen wenigstens für gewisse Arten wahrscheinlich machen. Für erwiesen halte ich vorerst nur, daß der Kontaktreiz das Austreiben der Knospen beim Gipfelersatz reguliert und sich an den Ersatzsprossen in einer beträchtlichen Wachstumsförderung und kräftigerer Entwicklung des stützseitigen äußert. Die Erscheinung steht offenbar im Einklang mit der bekannten Tatsache, daß Windepflanzen zur normalen und üppigen Entwicklung der Stütze bedürfen, worauf SCHENCK[1]) in seinen ausgezeichneten Ausführungen über Windepflanzen in seinem Lianenwerk wiederholt hinweist. Bisher wußte man aber mit dieser Tatsache nichts Rechtes anzufangen. Von den sehr sensiblen Ranken, auch den von mir untersuchten Uhrfederranken[2]) ist es ja anerkannt, daß sie zu ihrer kräftigen Ausbildung und endgültigen Ausgestaltung des Kontaktreizes bedürfen; funktionslose Ranken verkümmern und fallen bald ab. Im Laufe vorliegender Untersuchung kam mir der Gedanke, daß bei den nun ebenfalls als kontaktempfindlich erwiesenen Windepflanzen eine ähnliche Wirkung des Kontaktreizes auf die Entwicklung der Windesprosse sehr wohl in Frage kommen kann, und ich fühle mich bewogen, auch diesem Problem durch eine experimentelle Untersuchung nachzugehen.

Innsbruck, Botanisches Institut, im Dezember 1918.

---

1) SCHENCK, Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen. Bot. Mitt. a. d. Tropen 1892. Bd. I, pag. 113 ff.

2) LÖFFLER, Entwicklungsgeschichtliche und vergleichend anatomische Untersuchung des Stammes und der Uhrfederranken von *Bauhinia (Phanera)* spec. Denkschr. d. math. naturwiss. Kl. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. 91. 1915.

3. K. Boresch: Über die Einwirkung farbigen Lichtes auf die Färbung von Cyanophyceen.

(Eingegangen am 3. Januar 1919.)

Im Jahre 1902 veröffentlichte bekanntlich ENGELMANN[1]) einen Bericht über Versuche seines Schülers GAIDUKOV, welche das überraschende Ergebnis hatten, daß gewissen Cyanophyceen die Fähigkeit zukommt, in verhältnismäßig kurzer Zeit eine zur Farbe des sie bestrahlenden Lichtes komplementäre Färbung anzunehmen. Diese von GAIDUKOV[2]) in mehreren Publikationen ausführlich behandelte Erscheinung paßte vorzüglich in den Rahmen der von ENGELMANN[3]) früher entwickelten Anschauungen über die Beziehungen zwischen Farbe und Assimilation und wurde daher von ihm als physiologischer Anpassungsvorgang gedeutet, mit dem Namen „chromatische Adaptation" belegt. Damit erhielt seine Theorie über die Tiefenverteilung der Algen eine experimentelle Stütze; andrerseits gestattete die Beobachtung[4]), daß sich die künstlich erzeugte Färbung auch nach Rückversetzung der Fäden in weißes Licht monatelang weiter erhalten kann, als ein neuer experimenteller Beweis der Vererbung künstlich erworbener Eigen-

1) TH. W. ENGELMANN, Über experimentelle Erzeugung zweckmäßiger Änderungen der Färbung pflanzlicher Chromophylle. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. Jg. 1902. Supplbd. p. 333.

2) N. GAIDUKOV, Über den Einfluß farbigen Lichts auf die Färbung lebender Oscillarien. Anhg. zu den Abh. d. K. preuß. Ak. d. Wiss. V, Sitzber. dieser Ak. v. 31. Juli 1902. —, Über den Einfluß farbigen Lichts auf die Färbung der Oscillarien. Scripta bot. horti Univ. Petrop XXII (1903). —, Weitere Untersuchungen über den Einfluß farbigen Lichts auf die Färbung der Oscillarien. Ber. d. D. Bot. Ges. 21 (1903) p. 484. —, Die Farbenveränderung bei den Prozessen der komplementären chromatischen Adaptation. Ebenda p. 517. —, Zur Farbenanalyse der Algen. Ebenda 22 (1904) p. 23. —, Die Farbe der Algen und des Wassers. Hedwigia, 43 (1904). —, Der Kampf ums Dasein und die Mixtkulturen. Zentr. Bakt. II, 14 (1905), p. 206. —, Die komplementäre chromatische Adaptation bei *Porphyra* und *Phormidium*. Ber. d. D. Bot. Ges. 24 (1906) p. 1. —, Dunkelfeldbeleuchtung und Ultramikroskopie. Jena 1910.

3) ENGELMANN, Farbe und Assimilation. Bot. Ztg. (1883) Nr. 1 u. 2.

4) ENGELMANN, Über die Vererbung künstlich erzeugter Farbenänderungen bei Oscillarien. Verh. d. Physiol. Ges. Berl. 1902/3.

schaften einen weiten Ausblick auf die Entstehungsgeschichte der verschiedenen Algenfärbungen im Kampfe ums Dasein.

Diese Befunde regten in der Folge STAHL[1]) zu seiner bekannten biologischen Erklärung der grünen Laubfarbe, BRUNNTHALER[2]) zu ihrer Verwertung für die Phylogenie der Algen an; auf der andern Seite aber blieben sie, besonders die Folgerungen aus denselben, nicht unangefochten. Den ENGELMANNschen Anschauungen stellte sich die besonders auf gründlicher Naturbeobachtung fußende BERTHOLD-OLTMANNSsche Theorie[3]) entgegen, nach welcher für die Verteilung der Algen im Meere die Lichtintensität, nicht aber die auswählende Absorption des Lichtes durch das Seewasser maßgebend ist. Vor nicht langer Zeit wurde von MAGNUS und SCHINDLER und mir[4]) gleichzeitig ein neuer Faktor entdeckt, welcher die Färbung der Cyanophyceen zu beeinflussen vermag, nämlich der Stickstoffgehalt des Substrates. Erschöpft sich derselbe, so nehmen die Blaualgen infolge des Verlustes von Chlorophyll und Phykocyan eine braune, orangerote oder goldgelbe Farbe an, welche durch den Verbleib der gelben Cyanophyceenpigmente gegeben ist. Für diese durch den Verbrauch des Stickstoffs im Nährboden bedingte Vergilbung schlug ich die Bezeichnung „Stickstoffchlorose" vor. Während MAGNUS und SCHINDLER auf Grund dieser neuen Erkenntnis die Richtigkeit der Versuchsergebnisse GAIDUKOVs, welchem dieser Faktor noch unbekannt war, anzweifelten, konnte ich mich diesem Vorgehen nicht anschließen; denn ich hatte bereits zur Zeit der Veröffentlichung meiner obengenannten Arbeit Erfahrungen, welche mit den Resultaten

1) E. STAHL, Zur Biologie des Chlorophylls. Jena 1909.

2) J. BRUNNTHALER, Zur Phylogenie der Algen. Biol. Zentralbl. 31 (1911) p. 225.

3) G. BERTHOLD, Über die Verteilung der Algen im Golf von Neapel. Mitt. d. Zool. Stat. Neapel 3 (1882).

FR. OLTMANNS, Über die Kulturen und Lebensbedingungen der Meeresalgen. PRINGSH. Jb. 28 p. 349.

—, Morphologie und Biologie der Algen. Jena 1905.

C. SAUVAGEAU, A propos d'Oscillariées rouges observées dans un aquarium du laboratoire de Banyuls-sur-Mer. C. R. soc. biol. I (1908) p. 97.

4) W. MAGNUS und B. SCHINDLER, Über den Einfluß der Nährsalze auf die Färbung der Oscillarien. Ber. d. D. Bot. Ges. 30 (1912) p. 314.

B. SCHINDLER, Über den Farbenwechsel der Oscillarien. Z. f. Bot 5 (1913) p. 497.

K. BORESCH, Die Färbung von Cyanophyceen und Chlorophyceen in ihrer Abhängigkeit vom Stickstoffgehalt des Substrates. PRINGSH. Jb. 52 (1913) p. 145.

GAIDUKOVs anscheinend übereinstimmten. Dagegen konnte PRINGSHEIM[1]) bei seinen Versuchsalgen keine Farbenwandlung durch Bestrahlung mit verschiedenfarbigem Licht erzielen, so daß heute sogar schon die experimentellen Befunde GAIDUKOVs nicht mehr so gesichert erscheinen wie ehedem.

Dieser Umstand und das Bestreben, eine kausale Erklärung für den Farbenumschlag zu finden, bewogen mich, den Einfluß der Lichtfarbe auf die Färbung der Cyanophyceen einer neuerlichen Untersuchung zu unterziehen und das Verhalten ihrer Pigmente hierbei zu prüfen. Meine im Jahre 1914 im Gange befindlichen Versuche fanden durch mein Einrücken zu Kriegsausbruch ein jähes Ende. Nach 4 Jahren aus dem Felde zurückgekehrt, will ich meine damaligen Ergebnisse in einer vorläufigen Mitteilung zusammenfassen. Versuche mit andern Cyanophyceen als dem hier allein berücksichtigten *Phormidium foveolarum* und das bereits vorliegende Illustrationsmaterial sollen in einem später zu veröffentlichenden ausführlichen Bericht aufgenommen werden, welcher auch so manche jetzt noch bestehende Lücke in meinen Untersuchungen schließen dürfte.

Der Grund, warum die chromatische Adaptation in jüngerer Zeit nicht bestätigt werden konnte, besteht darin, daß anscheinend nur ein kleiner Teil der Cyanophyceen in solcher Art auf farbiges Licht reagiert wie etwa die *Oscillaria sancta*, *caldariorum*, das *Phormidium tenue* Gaidukovs oder die *Lyngbya versicolor* Dangeards[2]). Unter 11 von mir daraufhin untersuchten Arten reagierte ein einziges *Phormidium* in der gesuchten Weise, welches, wenn nicht *Phormidium foveolarum* Mont. selbst ist, doch in nächste Nähe desselben zu stellen wäre. Ich will es daher im folgenden als *Phormidium foveolarum* bezeichnen. In flüssiger Nährlösung wie auf Agar[3]) fand diese Alge, von welcher ich artreine Kulturen besaß, ein gutes Fortkommen und hatte eine olivbraune bis olivgrüne Färbung. Zwischen diesen beiden Extremen in der Farbe fanden sich alle Übergänge. Von welchen äußern Bedingungen diese Unterschiede in der Nuance abhängen, ist noch nicht ausreichend analysiert. Bei Erschöpfung des Nitrates im Nährboden nimmt die

---

1) E. PRINGSHEIM, Kulturversuche mit chlorophyllführenden Mikroorganismen. COHNs Beitr. zur Biol. d. Pflz. 12 (1913) p. 49.

2) P. A. DANGEARD, Sur l'adaptation chromatique complémentaire dnz les végétaux. C. R. CLIII, p. 298. KLINGSTEDT (Finsk. Vet. Soc. Förh. 51, 1909) hingegen fand bei *Oscillaria curviceps* keine chromatische Adaptation.

3) Ich verwendete folgende Nährsalze auf 1 L. dest. Wassers: 1 g KNO_3, 0,2 g K_2HPO_4, 0,05 g $MgSO_4$, 0,05 g $CaCl_2$.

Alge eine bräunlichgelbe Farbe an, welche, wie ich gezeigt habe, auf den Abbau des Chlorophylls und Phykocyans zurückzuführen ist, wodurch die gelben Farbstoffe zum Vorschein kommen. Nach Darreichung von Salpeter oder einer andern stickstoffhaltigen Verbindung kehrt die ursprüngliche normale Färbung in kurzer Zeit wieder.

Diese Eigenschaft des chlorotischen *Phormidium foveolarum* benützte ich, um die durch die Wiederausbildung des Chlorophylls und Phykocyans bedingte Rückverfärbung des Algenrasens im spektral zerlegten Licht zu studieren. Das Spektrum einer starken künstlichen Lichtquelle hat bereits GAIDUKOV und DANGEARD mit gutem Erfolg für derlei Untersuchungen benützt.

Ich verwendete für diesen Versuch eine chlorotisch gewordene Petrischalenkultur des *Phormidium foveolarum* auf Mineralsalzagar. Auf dem Boden der vertikal gestellten Petrischale wurde mittels einer geradsichtigen Prismenkombination ein Spektrum entworfen, als Lichtquelle diente eine Nernstlampe. Zur Erzeugung eines scharfen Spektrums wurde der horizontal gestellte Glühstab derselben durch eine Sammellinse in einem schmalen Spalt, dieser wieder durch einen Kondensor auf dem Boden der Petrischale abgebildet, sodann ein Prisma à vision directe in das vom Kondensor kommende Strahlenbündel eingeschoben. Die ganze Versuchsanordnung erfolgte selbstverständlich im Dunkelzimmer, das seitlich ausstrahlende Licht der Nernstlampe wurde überdies durch einen bis zum Spalt reichenden Dunkelsturz abgeblendet. Das so erzielte Spektrum hatte leider einen sehr schmalen gelben Bezirk Blau und Violett erschienen dem Auge von geringer Intensität. (Größere Dispersion der kurzwelligen Strahlen in einem Prismenspektrum.) Die einzelnen Wellenbezirke aber waren, wie die Prüfung mit dem Spektroskop ergab, sehr rein. Vor Beginn des Versuches wurde die chlorotische Kultur mit einer sterilen Salpeterlösung überschichtet, nach entsprechender Durchtränkung des Agars die überschüssige Flüssigkeit abgegossen und die Platte in vertikaler Stellung dem Spektrum ausgesetzt. Durch eine unterhalb der Petrischale befindliche, durch einen Blechsturz abgedunkelte Glühlampe wurde dafür gesorgt, daß die Temperatur der Schale sich zwischen 16 bis 20 ° C hielt. Der Rand der Schale wurde mit feuchter Watte umhüllt, um die Kultur vor dem Vertrocknen zu schützen.

Schon nach 2 Tagen wurde die von den roten Strahlen des Spektrums beleuchtete Partie der Kultur lebhaft grün, während die im restlichen Spektrum und im Dunkeln liegenden Teile des

Rasens noch ihre ursprüngliche braungelbe Farbe besaßen. Am 5. Tag aber trat im spektralen Grün eine braunrote Färbung der von diesen Strahlen getroffenen Rasenfläche auf, welche sich in den folgenden Tagen verstärkte und zu einem ausgesprochenen Braunviolett wurde. Auch der grüne Streifen im roten Licht hatte an Intensität zugenommen. Nach 16 tägiger Bestrahlung wurde der Versuch abgebrochen, nachdem die Lage der einzelnen Spektralbezirke auf der Petrischale vermerkt worden war. Der Phormidiumrasen, von welchem eine Lumièreaufnahme hergestellt wurde, bot folgendes Bild. An den im roten Spektralbezirk aufgetretenen lebhaft grün gefärbten Streifen schloß sich gegen das kurzwellige Ende des Spektrums ein rötlich-braunvioletter Streifen an, welcher sich durch das ganze spektrale Grün bis an die Grenze des Blau erstreckte. Die Grenze zwischen diesen beiden Streifen ist eine auffallend scharfe und verliert selbst bei 500facher Vergrößerung kaum etwas von ihrer Schärfe. Ob ein und derselbe Faden verschieden gefärbt sein kann, ließ sich nicht sicher entscheiden, weil die sehr helle Färbung eines einzelnen Fadens in dem Gewirr von Fäden nicht leicht zu erkennen ist. Jedenfalls aber konnten die Gleitbewegungen des *Phormidiums* in diesem Versuche nicht bedeutend sein, denn sonst könnte die Grenze zwischen dem grünen und violetten Streifen sich kaum so scharf ausbilden. Auch hätte man von einer Ansammlung besonders im Rot doch etwas bemerken müssen. Diese Grenze liegt gerade in dem sehr schmalen gelben Bezirk, so daß ich nicht erkennen konnte, welche spezielle Wirkung die gelben Strahlen auf die Färbung der Alge ausüben. Im spektralen Blau und Violett blieb die bräunlichgelbe Farbe des chlorotischen Rasens ebenso unverändert wie außerhalb des rechteckigen Spektrumareals. Offenbar erfolgte hier die Neubildung der Pigmente in so geringem Ausmaße, daß sie nicht merklich in Erscheinung traten. Die aufgetretenen farbigen Streifen decken sich daher genau mit der Höhe des Spektrums. Die Unwirksamkeit der blauen und violetten Strahlen könnte entweder in der geringen Intensität derselben ihren Grund haben oder darauf beruhen, daß diesen Strahlen die Fähigkeit, die Cyanophyceenfarbe zu beeinflussen, tatsächlich abgeht. Die dritte Möglichkeit, daß die bräunlichgelbe Färbung diesen Strahlen entspricht, hätte zwar eine Parallele in den Versuchen GAIDUKOVS mit *Oscillaria sancta*, welche im blauen Licht braungelb wurde, doch enthielt seine Alge, nach dem abgebildeten Absorptionsspektrum zu schließen, außer den gelben Pigmenten reichlich Chlorophyll nebst Begleitfarbstoffen und hatte demgemäß einen dunkleren Ton als das hellgelbe *Phor-*

midium, welches die Nuance eines chlorotischen Rasens unverändert beibehalten hatte. Die Bedeutung der kurzwelligen Strahlen wird daher den Gegenstand weiterer Untersuchungen bilden.

Von Interesse war es nun festzustellen, wie sich die im Spektrum zustande gekommenen Färbungen einmal bei inverser Bestrahlung, das anderemal am Tageslicht verändern. Zu diesem Zwecke wurde ein Stück des grün und braunviolett verfärbten Rasens herausgeschnitten und in eine sterilisierte, mit einigen Tropfen Wasser versehene Petrischale übertragen, die Schale auf einem geeigneten, schattigen Ort im Gewächshaus aufgestellt. Nach 8 Tagen war noch keine Veränderung zu bemerken, nur der violett gefärbte Teil des Rasens zeigte eine stärkere Bräunung. Nach einem weiteren Monat aber war der ursprünglich violette Streifen von derselben olivbraunen Färbung wie das im gewöhnlichen Tageslicht gewachsene *Phormidium*, der grüne Streifen war olivgrün, die beiden ursprünglich so gegensätzlich gefärbten Rasenteile waren aber trotz der Annäherung ihrer Färbung an Braun immer noch kenntlich, erst 8 Tage später war auch dieser Farbenunterschied geschwunden und das ganze Rasenstück war von einheitlicher olivbrauner Färbung. Während dieser ganzen Zeit wuchs das *Phormidium* so gut wie gar nicht, von einer Überwucherung der Fäden des einen Bezirkes durch die des anderen und damit einer Verdeckung der ursprünglichen Färbung derselben kann daher nicht die Rede sein.

Die Petrischale mit dem restlichen Teil des im Spektrum verfärbten *Phormidiums* wurde nun abermals ins Spektrum eingeschoben, jedoch um 180° gedreht, so daß der schmale Spektralbezirk des Gelb wieder die Grenze zwischen den beiden farbigen Streifen bildete, der rotbraunviolette Streifen jetzt aber von den roten und orangeroten, der grün verfärbte von den grünen Strahlen beleuchtet wurde. Nach 5 Tagen trat in dem von der ersten Bestrahlung herrührenden violett gefärbten Rasenstück ein grüner Streifen auf, dessen Intensität bis zum Schluß des Versuches, d. i. bis zum 6. Tage, zunahm. In unmittelbarer Nachbarschaft des gelben Bezirkes aber hat der braunviolette Rasen seine Farbe nicht geändert, was auf eine Abnahme der Wirksamkeit der roten Strahlen mit der Wellenlänge zu deuten scheint. Völlig unverändert blieb auch das in dem vorangegangenen Versuche im roten Licht grün gefärbte Areal unter der jetzt einwirkenden grünen und blauen Bestrahlung. Der vom Spektrum nicht bedeckte Teil des *Phormidium* behielt nach wie vor seine hellbräunlichgelbe Farbe.

Treten in den chlorotischen Fäden des *Phormidium foveolarum*

so charakteristische Farbenunterschiede im roten und grünen Licht auf, muß man schließen, daß die Bildung der infolge des Stickstoffmangels abgebauten Pigmente, des Phykocyans und vielleicht auch des Chlorophylls, einen ganz bestimmten Weg je nach der Strahlenart des einfallenden Lichtes einschlägt. Es galt nun zu untersuchen, ob gleiche Farbenänderungen auch im normal am Tageslicht olivbraun wachsenden *Phormidium foveolarum* durch spektral zerlegtes Licht zu erzielen sind. Trifft dies zu, so müssen die physiologischen Prozesse, welche zur Ausbildung dieser Färbungen führen, in chlorotischen, wie in normalen Fäden dieselben sein.

Die Versuchsanordnung blieb die gleiche. Zur Verwendung gelangte eine olivbraune Petrischalenkultur des *Phormidium foveolarum*. Vor dem Versuche wurde der Agar mit frischer Nährlösung getränkt, um einen ev. Eintritt der Stickstoffchlorose zu vermeiden. Schon am 3. Tag wurde die bereits aus dem vorbeschriebenen Versuch bekannte Verfärbung deutlich erkennbar, im roten Licht färbte sich die Alge lebhaft grün, im Grün trat ein rotvioletter Streifen auf; beide Farbentöne nahmen mit der Dauer des Versuches an Intensität zu. Im Blau und Violett und außerhalb des Spektrums blieb die ursprüngliche olivbraune Färbung des Rasens erhalten. In diesem Versuche kam es im Gegensatz zu dem vorhergehenden schon am ersten Versuchstage zu einer lebhaften phototaktischen Wanderung der *Phormidium*fäden aus den unbeleuchteten Teilen der Kultur in das vom Spektrum erfüllte Rechteck, besonders im roten Bezirk entstand eine starke Ansammlung der Fäden. Nach Beendigung dieser Bewegungen bildeten sich am 3. Tag die scharf gegeneinander abgegrenzten Streifen von grüner und rotbraunvioletter Farbe. Wurde die Schale wie im vorherigen Versuch um 180° gedreht, kam es alsbald in dem jetzt vom roten Licht beleuchteten violetten Teil des Rasens zur Ausbildung eines grünen Streifens, im grünen Licht aber trat für die Dauer des Versuches (13 Tage) kein auffallender Umschlag der grünen Algenfarbe ein, höchstens wurde sie etwas olivstichig. Aus diesen Umkehrversuchen scheint hervorzugehen, daß die Umwandlung der violetten Färbung des *Phormidium* in die grüne leichter von statten geht als umgekehrt. Wurde der solcher Art verfärbte Rasen der Einwirkung des diffusen Tageslichtes ausgesetzt, so konnte man gleichfalls die Beobachtung machen, daß sich die im Bestrahlungsversuch erzielte Grünfärbung des *Phormidium* länger behauptet als die rotbraunviolette.

Die Zwischenschaltung einer 7,5 cm dicken Wasserkammer

in den Strahlengang der Nernstlampe in den Versuchen mit spektral zerlegtem Licht änderte nichts an dem geschilderten Ausfall derselben. Der Schwächung der ultraroten Strahlen kommt daher keine besondere Wirkung zu.

Die geschilderten Versuche sind eine Bestätigung der in der Literatur unter dem Namen der komplementären chromatischen Adaptation bekannten Beobachtungen GAIDUKOVs und DANGEARDs. Doch konnte ersterer für das blaugrüne *Phormidium tenue* nur in den Strahlen vom Grün bis zum Violett eine Verfärbung nach Braungelb nachweisen, während die normale Färbung im Rot erhalten blieb. Der letztere Forscher sah wiederum, daß die orangegelbe Farbe der *Lyngbya versicolor* nur im Rot bis zur Linie D nach Grün umschlug, rechts von D blieb die goldgelbe Färbung erhalten. Allen Resultaten ist somit gemeinsam, daß offenbar die grüne Farbe der Cyanophyceen im roten Licht die beständige ist. Meine Versuche zeigen überdies eine spezifische Wirkung der grünen Strahlen, über die Wirkung der speziell gelben und der blauvioletten Strahlen brachten sie noch keine Klarheit. Die Annahme einer zur Farbe des einfallenden Lichtes komplementären Färbung geht aber, soweit ich heute beurteilen kann, nicht so weit, daß jeder Wellenlänge eine bestimmte Algenfärbung entspräche, so daß innerhalb der auftretenden farbigen Streifen noch irgendwelche Nuancierungen erkennbar wären. Doch beabsichtige ich diese Frage noch zum Gegenstand von Untersuchungen zu machen.

Wie nun diese Farbenunterschiede zustande kommen, wie sich die den Cyanophyceen eigentümlichen Pigmente dabei ändern, darüber wußte man bisher nichts Bestimmtes. GAIDUKOV dachte an eine mit der optischen Resonanz verwandte Erscheinung, an eine durch Temperaturunterschiede hervorgerufene Strukturveränderung der Chromophylle. KYLIN[1]), welcher das bisher nur bei Rhodophyceen nachgewiesene Phykoerythrin auch gewissen Cyanophyceen zuschreibt, vermutet auf Grund der von GAIDUKOV ausgeführten spektralphotometrischen Untersuchungen, daß es sich bei der chromatischen Adaptation um Variationen im Gehalt an Phykocyan und Phykoerythrin handle. CZAPEK[2]) deutet darauf hin, „daß es sich voraussichtlich nur um verschieden intensive Produktion der einzelnen Chromatophorenpigmente, eventuell um Änderungen in

1) H. KYLIN, Über die Farbe der Florideen und Cyanophyceen. Svensk Bot. Tidskrift. 6 (1912) p. 531.

2) FR. CZAPEK, Biochemie der Pflanzen I (1913) p. 597.

deren Verteilung in den Chromatophoren handeln dürfte". Zwar konnte ich schon in den mit spektral zerlegtem Licht angestellten Versuchen durch Behandlung der Rasen mit Eisessig nach MOLISCH[1]) die Beobachtung machen, daß die im roten Licht ergrünenden Fäden ein blaues, die im grünen Licht braunviolett gewordenen ein violettes Phykocyan enthalten. Um aber die Beteiligung der Farbstoffe an diesen Vorgängen näher studieren zu können, mußte ich zu Versuchen mit Lichtfiltern übergehen, in welchen ich Kulturen des *Phormidium foveolarum* der Wirkung der farbigen Lichtstrahlen aussetzen konnte.

Als Lichtfilter dienten mir die von Dr. MIETHE für photographische Zwecke in Handel gebrachten gefärbten Gelatinefolien welche zwischen zwei Glasplatten eingelegt, die vordere Wand eines Sturzes bildeten, unter welchen Kölbchenkulturen des *Phormidium foveolarum* aufgestellt wurden. Die Versuche standen in einem temperierten Zimmer in unmittelbarer Nähe des Fensters. Direktes Sonnenlicht muß von denselben ferngehalten werden, um einerseits eine allzu starke Erwärmung unter den nicht genügend geräumigen Stürzen, andrerseits eine Zerstörung der Pigmente durch allzu intensives Licht zu vermeiden (NADSON[2])). Alle Kulturen erhielten unmittelbar vor Versuchsbeginn einen Zusatz von Salpeter, welcher ab und zu erneuert wurde, um Stickstoffchlorose auszuschließen.

Ich verwendete eine rote, eine orangerote und eine gelbe Folie, für blaues Licht eine blaue Aquariumscheibe, zur Kontrolle eine Milchglasscheibe. Reine Farben kann man auf diese Weise bekanntlich nicht erzielen, doch genügt das Vorherrschen einer bestimmten Lichtfarbe, um die schon von den Spektrumversuchen her bekannten Färbungen der Phormidiumlager zur Ausbildung gelangen zu lassen. Die verwendeten Lichtfilter ließen vom Tageslicht durch:

Rote Folie: λ 630—670 (nur Rot),

Orangerote Folie: λ 550—670 (Rot, Orange, Gelb und den Anfang des Grün),

Gelbe Folie: λ 510—670 (Rot, Orange, Gelb und einen großen Teil des Grün),

Blaues Glas: λ 400—565, wenig λ 660—690 (wenig Rot, viel Grün, zur Gänze Blau, Violett).

---

1) H. MOLISCH, Untersuchungen über das Phykocyan. Sitzber. d. Ak. d. Wiss. Abt. I. CXV. (1906).

2) G. NADSON, Über den Einfluß der Lichtstärke auf die Färbung der Algen. Petersburg 1908.

Um aber auch eine Vorstellung über die Intensität der von den Filtern durchgelassenen Strahlung zu erhalten, wurde dieselbe mit einer Rubensschen Thermosäule gemessen, über welche die Stürze gestülpt wurden, worauf der bei Beleuchtung mit diffusem Tageslicht auftretende Ausschlag des Galvanometers abgelesen wurde.

Menge des durchgelassenen Lichtes in Prozenten des diffusen Tageslichtes:

Rote Folie – 32·5, Orangerote Folie — 39·4, Gelbe Folie — 65·8, Blaues Glas — 37·4, Milchglas — 56.

Die Lichtfilterversuche wurden sowohl mit normal gefärbten, olivbraunen Kulturen des *Phormidium foveolarum*, als auch mit chlorotischen, braungelben bis orangeroten unternommen. Beide Formen des *Phormidium* zeigten in diesen Versuchen dieselben Farbenänderungen, welche je nach der Jahreszeit früher oder später in Erscheinung traten. Im Juli ließen sich schon nach 5 Tagen distinkte Farbenunterschiede in den chlorotischen Rasen deutlich feststellen, in einem Mitte September begonnenen, derartigen Versuch stellten sich Färbungsunterschiede erst nach 14 Tagen ein. Stets nahmen die auftretenden Farbentöne an Intensität mit der Versuchsdauer zu.

Allgemein gefaßt waren die experimentellen Ergebnisse folgende. Hinter dem Milchglas entsteht oder bleibt bestehen die normale olivbraune bis olivgrüne Färbung des *Phormidium foveolarum*. Hinter der roten und orangeroten Folie färbt sich die Alge lebhaft grün, hinter gelb nimmt sie einen ähnlichen Farbenton wie im weißen Licht an, doch erscheint dem Oliv mehr Grün beigemischt. Hinter blauem Glas endlich treten violette Tönungen auf, Rotbraun- bis Grauviolett. Bei Übertragung einer bereits verfärbten Kultur in anders wirkendes Licht trat die von demselben begünstigte Farbe nach mehr weniger langer Versuchsdauer auf; auch hier zeigte es sich, daß die Umfärbung eines im roten Licht grün gewordenen Rasens nach Violett hinter blauem Glas viel längere Zeit beansprucht als das Ergrünen einer violetten Kultur im roten Licht.

Wie sind nun die verschiedenen Cyanophyceenpigmente an diesen Verfärbungen des *Phormidium foveolarum* beteiligt? Zur Beantwortung dieser Frage wurde folgendes Extraktions- und Trennungsverfahren angewendet. Die den Erlenmeyerkölbchen entnommenen Rasen wurden, nachdem das oberflächliche Wasser mittels Filtrierpapiers entfernt worden war, im Trockenschrank bei 45 ° C getrocknet, bis sich das Gewicht nicht mehr änderte, hier-

auf rasch gewogen. Um quantitativ vergleichbare Konzentrationen der Farbstoffextrakte herzustellen, wurde für jeden Rasen eine seinem Gewichte proportionale Menge des Extraktionsmittels verwendet. Nach meinen Erfahrungen empfiehlt es sich, pro 0·1 g Trockengewicht 10 ccm Wasser zur Herstellung der Phykocyanlösung und 50 ccm Alkohol für die alkohollöslichen Farbstoffe zu verwenden. Mit diesen Quantitäten mußte für alle durchzuführenden Manipulationen, wie Extrahieren, Auswaschen, Abspülen u. dgl. das Auslaugen gefunden werden, was bei entsprechender Einteilung möglich ist. Der gewogene Rasen wurde mit Quarzsand verrieben und im Dunkeln mit Toluolwasser extrahiert und filtriert, wodurch von dem Organpulver das wasserlösliche Phykocyan abgetrennt wurde. Der mit Wasser gewaschene Filterrückstand wurde sodann im Dunkeln mit Alkohol extrahiert und filtriert, das Filtrat, welches die grünen und gelben Farbstoffe erhielt, mit 10 Tropfen alkoholischer Natronlauge versetzt, sodann mit Aether ausgeschüttelt. Die gelben Farbstoffe gehen in den Aether, die grünen bleiben in der wässrig-alkoholischen Phase. Alle drei Farbstofflösungen, die wässrige Phykocyan-, die alkoh. Chlorophyllösung und die ätherische Lösung der Carotinoide wurde sodann auf den vorher berechneten, dem Gewicht der Rasen äquivalenten Betrag ergänzt, um die Lösungen quantitativ vergleichen zu können.

Die grünen und gelben Farbstofflösungen wurden kolorimetrisch, die Chlorophyll- und Phykocyanlösungen überdies nach der Menge Lösungsmittel, welche bis zum Verschwinden der Fluoreszenz zugesetzt werden muß, auf ihren Farbstoffgehalt geprüft. Obwohl die Menge der grünen und gelben Pigmente in den einzelnen Rasen sehr variierte, konnte ich bisher irgendwelche sichere Gesetzmäßigkeit für die Abhängigkeit der Konzentrationen dieser Farbstoffe von der Wellenlänge des Lichtes nicht feststellen.

Anders aber lagen die Verhältnisse für das Phykocyan. Schon die wässrigen Extrakte zeigten einen auffallenden Farbenunterschied; die hinter blauem Glas sich violett anfärbende Alge liefert ein lilafarbenes bis violettes Phykocyan mit rotbrauner Fluoreszenz, dasselbe, welche auch die dem vollen Tageslicht ausgesetzten Rasen ausbilden, nur in viel größerer Menge als diese. Die hinter roter und orangefarbener Folie gestandenen Kulturen gaben eine blaue Phykocyanlösung, etwa von der Nuance einer verdünnten Methylenblaulösung, bisweilen mit einem grünlichen Stich. Die hinter gelber Folie dem Lichte ausgesetzte Alge wies bei der Extraktion eine blauviolette Phykocyanlösung mit braunroter Fluoreszenz auf, nahm somit ihrem Farbenton und ihrer

Fluoreszenzfarbe nach eine Mittelstellung zwischen den erstgenannten Phykocyanen ein.

Was nun die Absorptionsspektren dieser Lösungen anbelangt, ließ sich im Vergleichsspektroskop von ZEISS folgendes feststellen. Das violette Phykocyan (Tageslicht, blaues Glas) besitzt zwei Bänder, das eine im Orange zwischen λ 630—590, mit dem Maximum zwischen λ 620—610, das andere stärkere im Grün zwischen λ 570—535 mit dem Maximum bei λ 560. Zwischen diesen Bändern ein Minimum der Extinktion etwa bei der Linie D. Mit zunehmender Konzentration bzw. Schichthöhe dehnt sich das erste Band bis nahe an die Linie C, das zweite bis λ 510 aus. Das blaue Phykocyan (rote und orangerote Folie) besitzt nur ein Band zwischen λ 630—550 mit dem Maximum bei λ 620—610. Das Absorptionsspektrum des dem gelben Licht entnommenen *Phormidiums* deutet auf eine Kombination dieser beiden Phykocyane. Dieselben weisen eine ziemliche Ähnlichkeit mit den bisher bekannt gewordenen Phykocyanen auf. So ähnelt das violette Phykocyan des *Phormidium foveolarum* hinsichtlich seines Absorptionsspektrums dem „blauvioletten" Phykocyan, welches MOLISCH aus *Oscillaria limosa* erhielt, und besonders dem blauvioletten Phykocyan, welches KYLIN[1]) beschreibt. Die Maxima und Minima der Extinktion stimmen so ziemlich mit den Angaben KYLINs überein, doch ist das zweite Band im Grün von größerer Intensität als das erste im Orange und die Fluoreszenzfarbe ist bei dem von mir erhaltenen Phykocyan eine rotbraune, was wiederum an eine Eigentümlichkeit des „violetten" Phykocyans aus *Scytonema Hofmanni* nach der Beschreibung von MOLISCH erinnert. Das von mir aus dem grün gewordenen *Phormidium foveolarum* gewonnene blaue Phykocyan weist auf eine große Verwandtschaft, wenn nicht sogar Identität mit dem „blaugrünen" Phykocyan KYLINs hin. Meine Bemühungen, die erhaltenen Phykocyane des *Phormidium foveolarum* zum Auskristallisieren zu bringen, scheiterten bisher, vermutlich an den geringen zur Verfügung stehenden Mengen.

Aus diesen Extraktionsversuchen geht demnach hervor, daß die charakteristischen Verfärbungen des *Phormidium foveolarum* in erster Linie auf Verschiedenheiten des Phykocyans zurückzuführen sind. Von dem leicht an seinen Absorptionsbändern erkennbaren Phykoerythrin, welches KYLIN auch in Cyanophyceen vermutet, war bei der spektroskopischen Untersuchung der wässrigen Aus-

1) H. KYLIN, Über die roten und blauen Farbstoffe der Algen. HOPPE-SEYLER Z. 76 (1912), p. 396.

züge nichts zu bemerken. Es genügen somit schon Modifikationen des Phykocyans, welches ähnlich wie das Phykoerythrin die andern Algenpigmente maskiert, die Farbenwandlung des *Phormidium* im farbigen Licht herbeizuführen. Das im roten Licht entstehende blaue Phykocyan bestimmt die lebhaft grüne Farbe der Versuchsalge, die grünen Lichtstrahlen (Spektrumversuch) sind der Entstehung des auch im Tageslicht auftretenden violetten Phykocyans besonders förderlich. Orangefarbenes Licht verhält sich wie rotes. Hinter dem gelben Lichtfilter, welcher auch Rot und einen großen Teil des Grün durchläßt, bildete sich ein Gemisch der beiden Phykocyanmodifikationen, was auch die spektroskopische Überprüfung bestätigte. Die Rolle der gelben, blauen und violetten Strahlen für sich allein ist noch nicht klargestellt.

Es war noch die Frage zu entscheiden, ob Änderungen der Lichtintensität ähnliche Färbungsunterschiede wie Strahlen verschiedener Wellenlänge herbeizuführen imstande sind. Von vornherein ist es wenig wahrscheinlich, denn die so gegensätzlich wirksamen Lichtfilter wie das blaue Glas und die orangerote Folie standen einander hinsichtlich der durchgelassenen auf thermoelektrischem Wege ermittelten Gesamtstrahlung sehr nahe. Bei Vorschaltung einer 7·5 cm dicken Wasserkammer wurde hinwiederum eine bedeutende Annäherung der roten Folie an das blaue Glas hinsichtlich der unter solchen Bedingungen resultierenden Durchlässigkeit festgestellt. Zur Untersuchung des Einflusses der Lichtintensität wurden ähnliche Stürze, wie zu den Versuchen mit farbigen Lichtfiltern verwendet, das Tageslicht durch 4 bzw. 12 Lagen weißen Seidenpapiers abgeschwächt. Nach thermoelektrischen Messungen ließ das vierfache Seidenpapier 0·8, das zwölffache 0·4 % des diffusen Tageslichtes durch. Zum Vergleich wurden Kulturen des *Phormidium foveolarum* dem vollen diffusen Tageslicht ausgesetzt. Für diesen Versuch wurden chlorotische Rasen nach Zusatz von Nitrat verwendet. Die im vollen Tageslicht stehende Alge nahm die gewöhnliche olivbraune Färbung an, die hinter den Seidenpapierschirmen befindlichen Kulturen färbten sich mehr olivgrün, hinter dem zwölffachen Seidenpapier war die Farbstoffbildung eine sehr mäßige, die Färbung aber auch olivgrün. Das ist aber eine Farbe, welche schon wiederholt an Kulturen des *Phormidium foveolarum* im gewöhnlichen Tageslicht beobachtet wurde, wie oben mitgeteilt. Die im vollen Tageslicht und hinter vierfachem Seidenpapier stehende Alge ergab bei der Extraktion eine violette Phykocyanlösung von braunroter Fluoreszenzfarbe, die hinter zwölffachem Seidenpapier befindliche eine indig-

blaue, wässrige Lösung mit karminroter Fluoreszenz. Im Spektrum zeigten aber noch alle drei Lösungen die charakteristischen zwei Absorptionsbänder des violetten Phykocyans.

Endlich untersuchte ich noch im gewöhnlichen Tageslicht gewachsene Lager des *Phormidium foveolarum* auf ihr Phykocyan, jedoch solche von unterschiedlicher Färbung, welche, wie oben erwähnt, zwischen Olivgrün und Olivbraun schwanken kann. Eine fast als sepiabraun zu bezeichnende Kultur lieferte ein rotviolettes, eine ausgesprochen grüne, etwas olivstichige ein hellblaues Phykocyan. Die Fluoreszenzfarbe des ersteren war braunrot, des letzteren karminrot. Somit sind auch die im gewöhnlichen Tageslicht auftretenden Farbennuancen des *Phormidium foveolarum* auf wechselnde Mengen der beiden Phykocyane zurückzuführen. Je nach den äußern, noch nicht näher analysierten Umständen (Lichtintensität, Temperatur?) praevaliert bald die violette, bald die blaue Modifikation. Von ganz hervorragender Bedeutung für die Ausbildung der Phykocyanmodifikationen ist aber die Wellenlänge des einwirkenden Lichtes, denn im farbigen Licht nimmt das *Phormidium foveolarum* Färbungen an, wie sie im gewöhnlichen Tageslichte nie beobachtet werden konnten (reines Grün und Rotbraunviolett). Grüne Lichtstrahlen begünstigen die Entstehung des violetten, rote die des blauen Phykocyans, wodurch eben die differenten Färbungen des *Phormidiums* in meinen Versuchen bedingt sind. Die verschiedentlichen Schwankungen der Algenfarbe im Tageslicht und die Fähigkeit des Organismus, auf die Farbe der einfallenden Lichtstrahlen durch Annahme einer bestimmten Färbung zu reagieren, scheinen nach dem Vorhergesagten nicht zufällig zusammentreffende Eigenschaften zu sein, und man wird nicht fehlgehen, wenn man gerade unter solchen Cyanophyceen, deren Farbe schon unter natürlichen Verhältnissen schwankt, nach geeigneten Objekten zur Demonstration der komplementären chromatischen Adaptation sucht. Durch die Ausbildung einer zur vorherrschenden Lichtfarbe komplementären Färhung ist eine größere Absorption der zur Verfügung stehenden Lichtstrahlen gewährleistet, was für die Ausnützung schwacher Lichtintensitäten für den Assimilationsprozeß wohl nicht bedeutungslos sein kann. Denn gerade diese durch den Organismus realisierte zweckentsprechende Einrichtung, daß sich das Maximum der Lichtabsorption der Phykocyanmodifikationen im Spektrum nach der Seite der jeweils einfallenden Lichtfarbe verschiebt, scheint mir eine Stütze für die Anschauung zu sein, daß dieses Begleit-

pigment des Chlorophylls doch in irgend einer Beziehung zur Photosynthese steht.

Die verschieden gefärbten Phykocyanlösungen durch Licht oder andere Agentien, bei Gegenwart und bei Abwesenheit des Organpulvers ineinander überzuführen, gelang mir nicht, es stand mir auch zu wenig Material für solche Zwecke zur Verfügung. Nur in einem Falle beobachtete ich, wie eine blauviolette, mit Toluol versetzte Phykocyanlösung hinter blauem Glas allmählich eine rotlila Farbe annahm, nicht unähnlich dem Florideenrot. Denselben Farbenwechsel beobachtete MOLISCH an aus *Scytonema Hofmanni* hergestellten Phykocyanauszügen.

Zusammenfassend sei folgendes hervorgehoben. Die Fähigkeit gewisser Cyanophyceen, auf die Farbe des einfallenden Lichtes durch Annahme einer komplementären Färbung zu reagieren, wurde für *Phormidium foveolarum* durch Versuche mit spektral zerlegtem Licht und mit farbigen Lichtfiltern nachgewiesen. Diese in der Literatur als chromatische Adaptation bekannte Erscheinung hat mit der Verfärbung von Cyanophyceen infolge Erschöpfung des Nährbodens an Nitraten (Stickstoffchlorose) nichts zu tun, dürfte aber nach den bisherigen Erfahrungen nur von beschränkter Verbreitung sein. Für *Phormidium foveolarum* wurde nachgewiesen, daß die durch farbiges Licht hervorgerufenen Verfärbungen auf der Ausbildung verschiedener Phykocyanmodifikationen beruhen.

Prag, im Dezember 1918. Pflanzenphysiologisches Institut der deutschen Universität.

4. Einar Naumann: Über einige besonders auffallende Hochproduktionen aus Nanoplankton im Süßwasser.

(XXII. Mitteilung aus dem Limnologischen Laboratorium Aneboda b. Lamhult,[1]) Schweden.)

(Mit 7 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 8. Januar 1919.)

Als KOLKWITZ vor einigen Jahren die Technik der ccm-Kammer in die Planktologie einführte, bedeutete dies gewiß rein prinzipiell einen großen Fortschritt. So tief sind allerdings die alten Vorstellungen über die Produktionsverhältnisse des Süßwassers

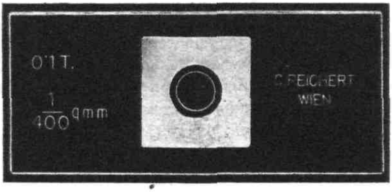


Abb. 1. Hämocytometer nach THOMA. Schattenbild in natürlicher Größe auf Gaslichtpapier.

gewurzelt, daß bisweilen auch jetzt sogar die Möglichkeit einer Assoziationsanalyse auf derartigem Grund in Zweifel gestellt wird[2]). Es läßt sich aber nicht verleugnen, daß tatsächlich die Untersuchungen KOLKWITZ' ebenso wie die einiger anderen Forscher tatsächlich in ausgedehnter Weise den Beweis für die fast unerwartet vielseitige Brauchbarkeit dieser Methode auf dem Gebiet

1) Die XXI. Mitteilung erscheint im Archiv f. Hydrobiologie, Stuttgart 1919.

2) So findet z. B. V. BREHM in seinen „Problemen der modernen Planktonforschung" (EGER 1914—1916?), daß er sehr wohl in diesem Zusammenhang von einer Darstellung der Kammermethode absehen kann. Man vermißt aber doch in dieser Darstellung überhaupt jede Behandlung der produktionsbiologischen Fragen, obgleich ja dieselben gewiß einen sehr wichtigen Teil eben der Probleme der modernen Planktonforschung repräsentieren!

der Süßwasserforschung geliefert haben. Wie jede andere Methode kann allerdings die Kammertechnik selbstverständlich nicht als eine universelle bezeichnet werden. Sie ist aber unter allen Umständen als eine vorzügliche, bisweilen auch an und für sich als allein hinreichend leistungsfähige Methode der Phytoplanktologie zu bezeichnen.

Die Untersuchungen der letzteren Jahre auf diesem Gebiet haben indessen gezeigt, daß die Produktion an Nanoplankton in kleineren Wasseransammlungen bisweilen eine derartige Höhe erreicht, daß die Kammer unter solchen Umständen kaum mit Vorteil gebraucht werden kann — also in derartigen Fällen nicht

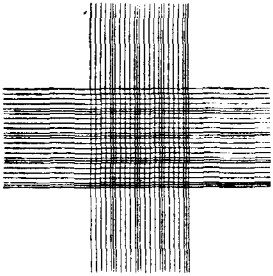


Abb. 2. Netzteilung nach THOMA. Vergr. = 20 mal

etwa wegen einer Armut an Nanoplankton, sondern vielmehr wegen des fast paradoxalen Reichtums der eingetretenen Hochproduktion. Selbstverständlich handelt es sich dann um vegetationsfärbende Hochproduktionen in den kleinsten Wasseransammlungen, deren Voraussetzuugen gewiß stets in einem übermäßig gesteigerten Gehalt vor allem an stickstoffhaltigen Abbauprodukten der organischen Substanz zu suchen sind. Sie können gewissermaßen auch als „Überproduktionen" bezeichnet werden. Im Folgenden seien hierzu einige Beispiele mitgeteilt, die ich deshalb hier zusammenstelle, um auf diese in verschiedenen Hinsichten gewiß sehr interessanten Produktionen hinzuweisen und damit auch ihr weiteres Studium anzuregen. Sie sind auch aller Wahrscheinlichkeit nach in der freien Natur weit allgemeiner

vertreten, als dies aus der einschlägigen Literatur hervorzugehen scheint.

KOLKWITZ beschrieb als der erste eine derartige, vom Standpunkt der damaligen Nanoplanktologie als ganz kolossal zu bezeichnende Hochproduktion. Es handelte sich nämlich in jenem Fall[1]) um eine vegetationsfärbende *Chlorella*-Produktion von einer Frequenz auf ca. 1 000 000 pro cbcm. KOLKWITZ teilt allerdings hierbei nicht mit, in welcher Weise die betreffende Produktion festgestellt wurde[2]), bemerkt aber in der angeführten Arbeit einleitend: „Waren ungewöhnlich viele Organismen vorhanden, — —, so wurde eine Kapillare von etwa 1 cbmm Inhalt in das Wasser geworfen und die Menge der in ihr enthaltenen Organismen ermittelt. Gelegentlich wurden auch Objektträger von 1/10 und 1/20 ccm Inhalt von der Art der THOMAschen Blutkörperchenzählapparate angewendet." Übrigens hat auch KOLKWITZ später für derartige Aufgaben eine besondere „Tropfenkammer" konstruiert[3]). Nach meinen Erfahrungen dürfte man aber bei allen derartigen Aufgaben schon mit einer gewöhnlichen Zählkammer von dem Typus des Hämocytometers als Universalmethode gut auskommen können. Dieser Apparat besitzt auch den Vorteil, von allen größeren optischen Werkstätten ohne weiteres bezogen werden zu können. Für meinen Teil habe ich denselben stets in der Ausführung nach THOMA gebraucht. Betreffs die allgemeine Konstruktion dieser Apparate (vergl. Abb. 1) dürfte ich mich auf den Hinweis auf die Preislisten der optischen Werkstätten beschränken können. Die Kammer nach THOMA besitzt eine Bodenfläche in Übereinstimmung mit vorstehender Abb. 2. Da jeder von den 400 kleinsten Quadraten eine Fläche von 0,0025 mm^2 entspricht, so ergibt sich ja hieraus, daß die gesamte feinkarierte Bodenfläche genau ein qmm ausmacht. Die Höhe der Kammer beträgt 0,1 mm, die Volumina sind somit bezw. 0,000 25 oder 1/4000 und $^1/_{10}$ mm^3. Die unter Anwendung dieser Zählapparatur analysierten Produktionen, welche ich im Folgenden etwas näher auseinanderzusetzen beabsichtige, werde ich dabei

1) S. die Arbeit: Die Beziehungen des Kleinplanktons zum Chemismus der Gewässer. — Mitt. aus der Kgl. Prüf.-Anstalt für Wasser und Abwasser. Berlin 1911.

2) Wie ich später vom Autor erfahren habe, handelt es sich um eine Analyse des „Kapillarplanktons". — Dieser Begriff dürfte technisch dem des „Netz"- und „Kammer"-planktons bei Seite gestellt werden können.

3) Vgl. diese Berichte Bd. XXIX, 1911, S. 388 usw.

auch als für den qmm geltende Assoziationsbilder darstellen, und zwar einer Höhe von $^1/_{10}$ mm entsprechend[1]).

Die erste diesbezügliche Hochproduktion, die ich beobachtete, trat in einem kleinen Freiluftbassin des hiesigen Botanischen Gartens als die Ursache einer intensiv grünen Vegetationsfärbung auf und zwar im Monat Mai des Jahres 1912. Es war dies eine ebenso plankton- wie speziesreine Produktion von *Ankistrodesmus falcatus* var. *spirilliformis*. Sie erreichte (am 18. 5. 1912) eine Höhe von nicht weniger als etwa 8 bis 12 000 000 Zellen pro cbcm. Das Assoziationsbild unter einer Fläche von 1 qmm bezw. unter einer Wassertiefe von $^1/_{10}$ mm kann deshalb etwa wie die beigegebene Abb. 3 skizziert werden.

Schon diese Produktion steigt, wie ersichtlich, weit über alle bis dahin bekannten Produktionszahlen. Ich glaubte aber damals, so etwas könnte nur als seltener Ausnahmefall bezeichnet werden, und daß folglich auch der Blutkörperzählapparat nur überhaupt ganz zufälligerweise und gelegentlich in der Planktologie gebraucht werden könnte. Spätere Erfahrungen, die ich erst während der letzteren Jahren in Zusammenhang mit meinen bei der Fischereiversuchsstation Aneboda durchgeführten experimentellen Untersuchungen[2]) über den Effekt verschiedener Dung- und Abfallstoffe auf die Biologie des Wassers gemacht habe, zeigten mir aber, daß derartige Hochproduktionen in kleineren Wasseransammlungen[3]), wo die Konzentration der einen partiellen Heterotrophismus begünstigenden Nährstoffe selbstverständlich leicht genug sehr hohe Werte erreichen kann, tatsächlich sehr oft eintreten. Produktionen bis auf 10 000 000 pro ccm von *Chlorellen* und von anderen der kleinsten Grünalgen sind z. B. unter derartigen Umständen nicht selten[4]). Ich habe eine derartige Assoziation in

1) Vgl. hierzu meinen Aufsatz über die bildliche Darstellung des Kammerplanktons (nebst ergänzenden Bemerkungen), im Archiv f. Hydrobiologie 1919 erschienen.

2) Ein erster Teil dieser Untersuchungen wurde in den Schriften des Fischereivereins f. Südschweden, Lund 1917 (schwedisch mit deutschem Resumé) publiziert.

3) Als Versuchsfeld wurden sowohl größere Fischteiche wie (vor allem) kleinere Freiluft-Bassins gebraucht. Die letzteren wurden einfach aus halbierten Ölfässern dargestellt, was sich als ebenso zweckmäßig als preisbillig gezeigt hat. — Näheres hierüber in dem oben angeführten Aufsatz aus dem Jahre 1917.

4) Bei diesen Produktionen waren auch eine Reihe erst hierbei entdeckter Algen beteiligt, die ich unter den neuen Gattungen bezw. Sektionen *Brachionococcus*, *Siderocelis* und *Nanochloris* eingereiht habe. Betreffs ihrer Diagnose vergl. man Arkiv för Botanik. Stockholm 1919.

Abb. 5 schematisch abgebildet. — Ebenso verhalten sich die kleinen *Scenedesmus* (von dem Typus *Dactylococcus infusionum* Näg.), welche in derartigen Gewässern sehr oft in Hochproduktion treten. Als Maximum dieser Entwicklung habe ich mehrmals Produktionen von ca. 8 000 000 pro ccm ermittelt; vergl. Abb. 4.

Hochproduktionen, wie die oben angeführten, habe ich während der letzten Jahre oftmals beobachtet. Hiermit ist aber noch nicht das mir bekannte Maximum erreicht. Als solches habe ich z. Z.

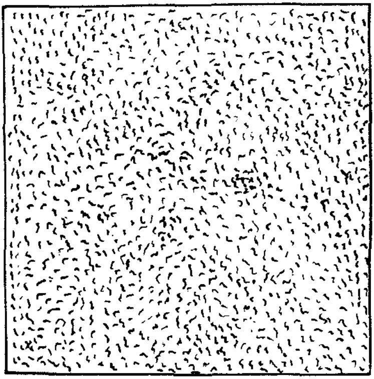


Abb. 8. Vegetationsfärbende Reinassoziation aus *Ankistrodesmus falcatus* var. *spirilliformis* unter einer Produktionstiefe von $^1/_{10}$ mm dargestellt. Frequenz ca. 10 000 000 pro ccm.

eine Entwicklung von nicht weniger als 40 000 000 grüner Algenzellen von ca. 5 μ Größe pro ccm registriert. Eine Bestimmung kann aber in diesem Falle nicht geliefert werden, da die betreffende Assoziation (die ich nur einmal aus einem kleinen Freiluftbassin mit reichlichen Mengen verwesenden Pflanzenmaterials in einem elektrolytenreichen Wasser beobachtete) jede Möglichkeit zu einer Bestimmung ohne Kultur (was mir damals die Zeit nicht zuließ) entbehrten. — Dies ist somit nunmehr als das bisherige Maximum zu bezeichnen. Wahrscheinlich wird es in Zukunft bald übergeschritten. Es gibt ja tatsächlich noch Raum für mehrere.

Erinnern wir uns doch, daß z. B. das Blut des Menschen nicht weniger als 5000000000 Erytrocyten pro ccm aufzuweisen hat. — Das hier besprochene Maximum stellt aber bisher eine Ausnahme dar. Ich verzichte auch deshalb hier auf eine bildliche Darstellung desselben und werde im Folgenden auch meine Auseinandersetzungen nur an derartigen oftmals beobachteten Hochproduktionen wie die mit einem Maximum auf höchstens 10000000 Zellen pro ccm anknüpfen.

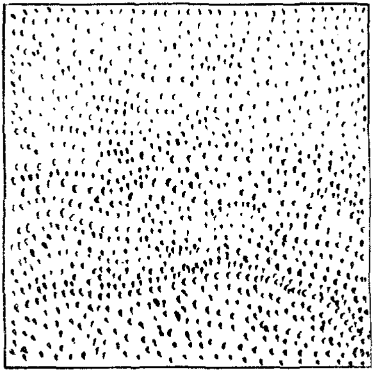


Abb. 4. Vegetationsfärbende Reinassoziation aus *Dactylococcus infusionum*, unter einer Produktionstiefe von $^1/_{10}$ mm dargestellt. Frequenz ca. 8000000 pre ccm.

Die angeführten Produktionen erreichen ja eine so gewaltige Höhe, daß sie z. T. sogar das „theoretische Maximum“[1]) der ccm-Kammer überschreiten — d. h. eine Analyse des auf der Bodenscheibe sedimentierten Materials läßt sich wegen der großen Anzahl der sedimentierten Körper nicht durchführen. Hier muß deshalb ein anderer Kammertypus — und zwar von einer geringeren Sedimentierhöhe — angezogen werden, wobei ein derartiges „Maximum“ wegen der verkleinerten Produktionstiefe nicht zu befürchten ist. — Selbstverständlich entspricht das „theoretische

1) Dieser Begriff wurde von mir in den Botaniska Notiser, Lund 1914, S. 43—47, 89—92 aufgestellt und näher ausgeführt.

Maximum" eben einer durchgeführten Kontaktlage der auf die Bodenscheibe sedimentierten Algenzellen.[1]) Daß aber ein „Maximum" beim Gebrauch der ccm-Methode in der Praxis weit früher eintreten muß, ist ebenso selbstverständlich. Theoretisch sollte man z. B. noch mit etwa 10 000—40 000 Chlorellen (je nach Größe) pro qmm arbeiten können (was ja in ccm-Produktion für die Kammer nach KOLKWITZ das 380fache oder

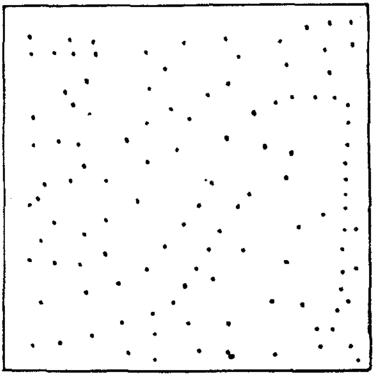


Abb. 5. Das bisherige Produktionsmaximum kleinster Wassersammlungen: Eine vegetationsfärbende *Chlorellen*-Assoziation der Frequenz ca. 1 000 000 Zellen pro ccm. Nach R. KOLKWITZ 1911. — Unter einer Produktionstiefe von $^1/_{10}$ mm dargestellt.

4 000 000—17 000 000 entspricht[2]), in der Praxis aber (wegen der durch kleinste Unregelmäßigkeiten bei der Sedimentation hervorgerufenen Lageverhältnisse der Algenzellen) wohl kaum mit der Hälfte. Aber schon ehe derartige Produktionen erreicht worden sind, dürfte es sowohl im Interesse der Exaktheit der Rechnung wie auch im Interesse der übersichtlichen Auffassung des Assoziationsbildes angezeigt sein, zum Arbeiten mit

1) Eine tabellarische Darstellung dieser Verhältnisse findet man l. c. 1914 publiziert.

2) S. hierzu näher die Zusammenstellung in den Bot. Notiser 1914, S. 43—47, 89—92.

seichteren Kammern überzugehen. Es ist somit sowohl ein statistisches wie ein biologisches Kriterium, das die Anwendbarkeitsgrenzen der verschiedenen Kammertypen zu regeln hat.

Die Assoziationsbilder, welche derartigen Hochproduktionen entsprechen, müssen selbstverständlich eine sehr dichte Besetzung zeigen. Im Interesse der Übersichtlichkeit dürfte es sich aber empfehlen, überhaupt nur mit einer sehr beschränkten Zahl von

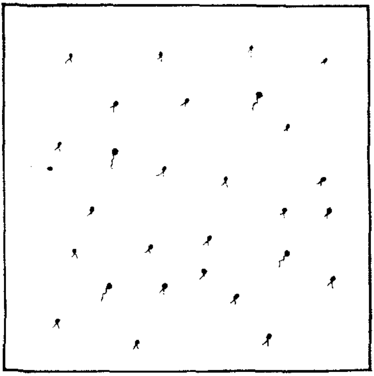


Abb. 6. Das bisherige Produktionsmaximum größerer Teiche: Eine vegetationsfärbende Mischassoziation von *Chlamydomonas* und *Trachelomonas volvorina* der Frequenz ca. 280 000 pro ccm. Nach E. NAUMANN 1913. — Unter einer Produktionstiefe von $^1/_{10}$ mm dargestellt.

Produktionstypen zu arbeiten. Es wäre demgemäß meiner Ansicht nach gerade unzweckmäßig, für Hochproduktionen wie die angeführten noch einen Typus — selbstverständlich einem verkleinerten Sedimentierteiche entsprechend — einzuführen.

Zwar wird die Zeichnung dieser dichtbesetzten Assoziationsbilder nicht immer so einfach; der hierauf verwandten Arbeit entspricht aber ein Gewinn an Übersichtlichkeit und Klarheit des Gesamtmaterials, der für die Untersuchungen auf dem Gebiete der komparativen Nanoplanktologie kaum hoch genug eingeschätzt werden kann. Ich möchte deshalb vorschlagen, auch für die höchsten der

Hochproduktionen die Produktionstiefe auf $^1/_{10}$ mm zu setzen[1]). Wir haben somit eigentlich nur mit drei Produktionstypen zu rechnen: mit den genannten, weiter mit dem Typus 1 mm, welchen ich für mehr gemäßigte Hochproduktionen brauche, und endlich mit dem von 1 m, der ja nur für sehr geringfügige Produktionen in Frage kommen kann. — Wahrscheinlich wird sich diese quanti-

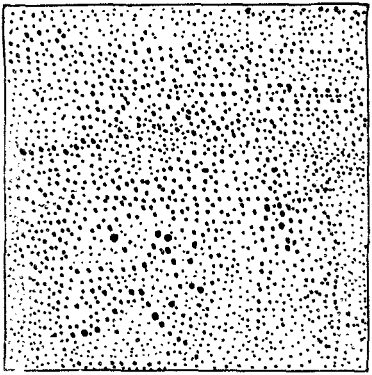


Abb. 7. Vegetationsfärbende Assoziation von verschiedenen *Chlorellen* aus den Freiluftbassins Anebodas. Frequenz ca. 10 000 000 pro ccm. Stellt ein mehrmals beobachtetes *Produktionsmaximum* dar. — Wie gewöhnlich unter einer Produktionstiefe von $^1/_{20}$ mm dargestellt. (Größe der Algen in Abb. 3—7 im Verhältnis zu Sedimentierfläche etwas übergetrieben.)

tative Darstellungsmethode auch für wasserbakteriologische Arbeiten gut eignen. Es ist wohl dabei zu erwarten, daß der einer Pro-

1) Selbstverständlich kann man auch für die bildliche Darstellung von einem „Maximum" sprechen. Es läßt sich dies auch sehr einfach aus meiner Tabelle in Botan. Notiser 1914 S. 91 erblicken. So kann man ja z. B. bei einer Vergrößerung von 100mal theoretisch auf der Produktionsfläche à 1 qmm etwa 10 000—40 000 Chlorellen einzeichnen; in der Praxis selbstverständlich weniger. Dies entspricht für die THOMAkammer-Darstellung einer *ccm-Produktion von 100 000 000 – 400 000 000.* **Ein „Maximum" der bildlichen Darstellung unter einer Produktionstiefe von $^1/_{10}$ mm scheint somit kaum wahrscheinlich.**

duktionstiefe von $^1/_{10}$ mm entsprechende Typus sich vor allem in hoch saprobilisierten Gewässern bewähren muß. Ich gedenke, über diese Fragen später einige neue Gesichtspunkte zur Diskussion vorzulegen.

Hochproduktionen — oder besser Überproduktionen —, wie die im Vorigen angeführten, sind tatsächlich ziemlich oft zu beobachten. *Vor allem sind sie allerdings gerade als ein Charakteristikum* derartiger Kleingewässer anzuführen, welche eine Zufuhr von stickstoffreichen animalischen Abbauprodukten (in meinen Versuchen z. B. Fisch- und Fleischmehl, Harn usw.) erhalten. Ökologisch sind sie dem Typus β-m einzureihen. Eine rein mineralische Düngung steht aber nach meinen Erfahrungen hierfür sehr weit zurück, ebenso wie die Düngung mit Pflanzenmaterial allein in elektrolytenarmen Gewässern. Die Kombination Pflanzenmaterial + Mineraldüngung gibt aber oft gute Ergebnisse, was wohl wahrscheinlich auf Bakterieneinwirkung zurückzuführen ist. Von den Mistsorten steht als produktionsfördernd der Schweinemist an der Spitze; Pferde- und Viehmist können aber als sehr schlecht bezeichnet werden. Betreffs näherer Einzelheiten bezw. über die Bedeutung dieser Verhältnisse für die Praxis der Teichwirtschaft verweise ich auf meine älteren Publikationen (u. a. l. c. 1917), wo ein Teil dieser Fragen mehr ausführlich behandelt ist.

Produktionen, wie die von mir hier exemplifizierten, sind somit tatsächlich gar nichts Seltenes. Sie dürften vielmehr überhaupt recht allgemein in kleineren Wassersammlungen auftreten, sei es, daß dieselbe ihre Anreicherung an für die Algen und Flagellaten ausnutzbare Nährstoffe schon unter natürlichen Verhältnissen erreichen können oder erst kulturellen Einflüssen verdanken. In etwas größeren Wassersammlungen, wie etwa in Teichen, dürften aber derartige Produktionen überhaupt nicht eintreten (vgl. hierzu auch Abb. 6). Die Ursache hierzu liegt wahrscheinlich ganz einfach darin, daß die Konzentration an erforderlichen Nährstoffen in größeren Wasserquantitäten das erforderliche Minimum nicht erreicht. Soweit es sich deshalb darum handelt, in der Praxis den Effekt durchgeführter Düngungen auf die pelagische Biologie der Teichgewässer abzulesen, dürfte der Phytoplanktologe im allgemeinen mit der Kammertechnik in gewöhnlicher Form gut auskommen können. Dazu wird aber gewiß die Technik des Hämocytometers sich auch in Zukunft bisweilen als ein nützliches Komplement zeigen, und zwar vor allem

in dem noch so wenig bearbeiteten Zweig der experimentellen Forschung, wo gewiß der Bassinversuch etwa nach dem Typus der „Halbfässermethode“ auch sich stets im Freien als eine notwendige Ergänzung der Arbeiten im Laboratorium bewähren muß.

Lund, Botanisches Institut der Universität, im Dezember 1918.

---

5. F. Boas: Die Bildung löslicher Stärke im elektiven Stickstoff-Stoffwechsel.

(Aus dem botanischen Laboratorium der Akademie Weihenstephan.)

(Ausgeführt mit Unterstützung der bayr. Akademie der Wissenschaften: Brunneckstiftung.)

(Eingegangen am 8. Januar 1919.)

Bei einer bestimmten Wasserstoffionenkonzentration bildet *Aspergillus niger* (und andere stark säuernde Pilze) aus zahlreichen Kohlenstoffverbindungen in der Nährlösung lösliche Stärke. Eben deutliche Jodreaktion erhält man z. B. in einer Zucker-Chlorammonlösung (5 % Zucker, 0,5 % Chlorammon), wenn die (H) beträgt

bei Verwendung von	Saccharose	$p_H = 2,25$	Kultur-Temperatur 32,5 ° C
„	Dextrose	$p_H = 1,85$	
„	Maltose	$p_H = 1,57$	

Ist bei einer Temperatur von 32—33° C diese H-Konzentration in der Nährlösung erreicht, so tritt also gerade eine leichte Bläuung mit Jod ein. Dabei ist zu bemerken, daß die Zahl für Saccharose vielleicht etwas zu sauer ist. *Aspergillus niger* erreicht nun normalerweise, d. h. in Zuckerlösung mit Asparagin, Pepton usw. als N-Quellen im Maximum eine Wasserstoffionenkonzentration in der Nährlösung von p_H ca. 2,10—2,20. Mit Ausnahme der Saccharose liegen also die zur Bildung löslicher Stärke nötigen Wasserstoffionenkonzentrationen weit außerhalb der im normalen Stoffwechsel erreichbaren Grenzen. Gleichzeitig ist die verschieden gute Eignung der einzelnen Zucker aus den obigen Zahlen zu erkennen. Saccharose wird also stets am brauchbarsten sein. Daß das Auftreten der löslichen Stärke allgemein übersehen wurde, habe ich bereits in mehreren Arbeiten betont. In diesen Arbeiten ist auch der allgemeine Verlauf der Bildung löslicher Stärke dargestellt. (1)

Die Leichtigkeit der Ausführung und die große Empfindlichkeit der Jodprobe auf lösliche Stärke ist nun ein sehr bequemes Mittel, den elektiven Stickstoff-Stoffwechsel zu verfolgen. Denn wenn in einer Zuckerlösung z. B. neben Aminosäuren Chlorammon verbraucht wird, dann steigt infolge Freiwerdens der stark dissociierten Salzsäure die Wasserstoffionenkonzentration sehr rasch und die Bedingungen der Bildung löslicher Stärke sind gegeben. Aus der Intensität der Jodreaktion läßt sich dann auch ein Schluß auf die Größe der Verarbeitung von Chlorammon ziehen. Diese Methode ist zwar nur qualitativ, aber sehr einfach.

In der folgenden Arbeit wird nun kurz dargestellt:

1. das Verhalten freier Ammonsalze nebeneinander, z. B. Chlorammon neben Ammonphosphat oder Ammoncitrat;
2. das Verhalten von Aminosäuren und Peptonen neben Chlorammon;
3. das Verhalten eines Säureamides neben Chlorammon (Harnstoff-Chlorammon).

Bei dieser Auswahl der N-Quellen ist besonders auf ihre physikalisch-chemischen Eigenschaften (*Lipoidlöslichkeit*) Rücksicht genommen. Wir werden später sehen, daß es hinsichtlich des Verbrauches gleichgültig ist, ob eine N-Quelle lipoidlöslich ist oder nicht; wir werden also mit der Lipoidtheorie keine Erklärung der auffallenden Erscheinungen geben können. (2)

I.

Chlorammon (ebenso die anderen Ammonsalze der starken Mineralsäuren) wirkt im Stoffwechsel infolge des Auftretens der sehr stark dissociierten Salzsäure bald sehr schädlich (Säurevergiftung). *Andere Ammonsalze, wie das Phosphat, Citrat etc.,* üben keine nennenswerte Säurewirkung aus, sind demnach einwandfreie, ungiftige N-Quellen, da sie eben wegen der geringeren Dissociation der entstehenden Säuren niemals die zur Bildung löslicher Stärke nötige Menge aktueller Säure liefern. Wie nun die folgende Übersicht zeigt, tritt in Ammonsalzgemischen, von denen der eine Bestandteil stets Chlorammon ist, immer lösliche Stärke auf. Es wird also stets das schädlich wirkende Chlorammon verarbeitet, das unschädliche Ammonsalz dagegen mehr oder weniger beiseite gelassen. In diesem Falle gehen also dem Pilze regulatorische Fähigkeiten ab; denn Chlorammon ist immer eine sehr schädliche N-Quelle, wenn nicht für

Beseitigung der entstehenden Salzsäure gesorgt wird. Die verwendete Nährlösung hatte folgende *Zusammensetzung:*

5 % Zucker (Dextrose, Saccharose oder Maltose),
0,5 % Stickstoffquelle,
0,25 % KH_2PO_4 und 0,15 % $MgSO_47H_2O$.

Zur Verwendung kamen meist nur 25—30 ccm in 50 ccm ERLENMEYER-Kölbchen; die Temperatur betrug 31,5—32° C. Es folgt nun zuerst eine Übersicht des Verlaufes der Bildung löslicher Stärke bei Verwendung von Dextrose-Chlorammon als Vergleichsversuch für die folgenden Stickstoffmischungen.

Versuch I. 5 % Dextrose, 0,5 % Chlorammon. Beginn 25. VI. 1918.

Jodreaktion der Nährlösung (Auftreten löslicher Stärke):

am 26. VI.	27. VI.		28. VI.	
—	++	starke Bläuung mit Jod	+++	Je 3 Kolben. Der Versuch zeigt die große Gleichmäßigkeit der Bildung löslicher Stärke.
—	++		+++	
—	++		+++	

Versuch II. Wie Versuch I, aber 0,5 % Chlorammon + 0,5 % *Ammonphosphat. Versuchsbeginn* 2. VI. 1918.

Jodreaktion der Nährlösung (lösliche Stärke) am:

3. VI. — 4. VI. — 5. VI. ++ (Intensive Bläuung).

Das Auftreten der löslichen Stärke in Ammonsalzgemischen wird also nur verzögert; das hat mit seinen Grund darin, daß die Ausgangslösung des Versuches II ein p_H von ca. 5,5, die des Versuches I ein p_H von ca. 4,00 hatte, dadurch ist also eine gewisse Ungleichheit gegeben, weil eben die Lösungen nicht gleich sauer waren. Daß man mit Dextrose = Ammonphosphat keine lösliche Stärke erhält, habe ich schon früher betont; *darauf ist in einer eigenen Arbeit zurückzukommen.*

Der gleichzeitig angesetzte Versuch III (Dextrose Chlorammon *(0,5 %) + Ammoncitrat (0,5 %) verlief ganz analog* wie Versuch II, wie der folgende Bericht zeigt:

Jodreaktion der Nährlösung am:

3. VI. — 4. VI. früh — 4. VI. nachm. — 5. VI. +++ (äußerst intensive Bläuung).

Aus der starken Bläuung ist auf eine sehr starke Verarbeitung von Chlorammon zu schließen; das gleichzeitig vorhandene unschädliche Ammoncitrat wird also offenbar nur sehr wenig oder garnicht in den Stoffwechsel gezogen.

II.

Wir betrachten nun kurz das Verhalten von Stickstoffgemischen, von denen die eine Stickstoffquelle eine Aminosäure oder leicht Aminosäuren liefernde Verbindung ist und also sehr hohen Nährwert hat, während die andere stets das giftig wirkende Clorammon ist. Beide Stickstoffquellen — Aminosäure wie Chlorammon — sind nahezu lipoidunlöslich, also in dieser Hinsicht gleich, aber sehr verschieden stark dissociiert; die Aminosäuren sind äußerst gering, Chlorammon ist stark dissociiert. Es wird wie oben stets lösliche Stärke gebildet, d. h. die *Aminosäure wird fast gänzlich unverbraucht* beiseite gelassen. Es wird also immer das schädliche Chlorammon der unschädlichen Aminosäure vorgezogen. Es seien folgende Versuche angeführt:

Versuch IV. Versuchsbeginn: 22. V. 1918. Stickstoffquelle: je 0,5 % Alanin und Chlorammon.

Kohlenstoffquelle:	Jodreaktion der Nährlösungen am: 23. V.	24. V.	
Dextrose	—	(+)	Ganz schwach. Pilzdecke unten mit Jod deutlich blau. Keine Konidien.
Maltose	—	—	Pilzdecke unten schwach blau. Viele Konidien.
Saccharose	—	+	Pilzdecke unten tief blau. Keine Konidien.

Aus diesem Versuche geht folgendes hervor:

1. die besonders gute Eignung der Saccharose und die Unbrauchbarkeit der Maltose, sobald *es sich um schnelle* Resultate handelt;
2. die Tatsche, daß Maltose im Gegensatz zu den anderen Zuckern rasch konidienbildend wirkt. Auf diese bis jetzt in der Literatur wenig geachtete Erscheinung sei hier nur kurz hingewiesen[1]).

---

1) Es gibt verschiedene konidienbildende Stoffe wie Maltose, Raffinose, Glyzerin, Säureamide (Acetamid), ferner besonders Aethyl- und Methylharnstoff. Die Weiterverfolgung dieser Gedanken im erweiterten Umfang ist ein Kapitel einer „zellularen Biochemie", worauf ich später in einer eigenen Arbeit zurückkomme.

Versuch V: Mit Saccharose-Asparagin-Chlorammon wurden folgende Resultate erzielt. Versuchsbeginn 16. V. Jodreaktion der Nährlösung am:

17. V. (+) schwach blau 18. V. ++ tief blau
19. V. +++ ganz intensiv blau.

Mit einem Pepton Chlorammon-Gemisch ergaben sich, je nach der Zuckerquelle, ganz ähnliche Resultate, von deren Wiedergabe hier infolgedessen abgesehen werden kann. Dagegen sei noch ein Versuch mit einer Gelatine-Chlorammonmischung (je 0,5 %) angeführt, der deswegen von Interesse ist, da ja Gelatine die Muttersubstanz zahlreicher Aminosäuren ist.

Versuch VI. 5 % Saccharose, je 0,5 % Gelatine und Chlorammon. Versuchsbeginn: 30. V. Jodreaktion am:

31. V. früh — Nachmittag 3^h + (je 3 Kolben)
1. VI. ++ 2. VI. ++

Die H-Konzentration betrug am 2. VI. ca. $p_H = 1,60$ und in einer reinen Saccharose-Chlorammonlösung betrug zur selben Zeit $p_H = 1,40$; da vermutlich durch die Gelatine Wasserstoffionen weggefangen werden, so geht daraus hervor, daß in dem vorliegenden Falle Chlorammon fast ausschließlich verbraucht worden ist. Die überhaupt mögliche maximale Säuerung scheint bei Ernährung mit Chlorammon bei Gegenwart von 5 % Dextrose bei $p_H = 1,30$ zu liegen. Aus diesen Zahlen geht deutlich der vorwiegende Verbrauch von Chlorammon hervor[1]).

Die ideale Stickstoffquelle für alle Mikroorganismen ist bekanntlich Hefewasser. Aber auch hier wird Chlorammon in ähnlicher Weise bevorzugt, wie bei allen erwähnten Versuchen. Es erübrigt sich hier, Protokolle der Versuche mit den analog zusammengesetzten Chlorammon-Hefewasser-Zuckerlösungen anzuführen. Erwähnt sei nur, daß die Jodreaktion meist wenig deutlich ausfällt, da durch das Auftreten der starken Salzsäure Ausscheidungen im Hefewasser sich bilden, welche störend wirken.

1) Quantitative Untersuchungen werden demnächst veröffentlicht werden. BOAS und LEBERLE: Über Säurebildung bei Pilzen. III. Biochem. Zeitschr. 1919. (Im Druck.) Die Messung der Wasserstoffionenkonzentration erfolgte teils elektrometrisch, teils kolorimetrisch nach S. P. L. SÖRENSEN (3). Vergl. hierzu: ZALESKI und PJUKOW, Diese Ber. 32, S. 479—488. 1914. Hier ist schon angegeben, daß Ammonsalze den Aminosäuren vorgezogen werden.

III.

Die Amide sind ziemlich lipoidlöslich, dringen verhältnismäßig leicht in die Zelle ein, im Gegensatz zu dem fast ganz lipoidunlöslichen Chlorammon. Trotzdem wird in Gemischen von Säureamiden-Chlorammon das letztere fast ausschließlich verarbeitet, wie die folgenden Versuche zeigen.

Versuch VII. Stickstoffquelle: Acetamid-Chlorammon je 0,5 %.
Versuchsbeginn: 31. V. Jodreaktion am:

Kohlenstoffquelle:	1. VI. früh	1. VI. Nachmittag 4^h
Dextrose	– – (Doppelversuch)	+ + (schwach)
Saccharose	1. VI. früh	1. VI. Nachmittag
	+ +	+ +
	+ +	+ +

Acetamid ist eine recht mäßige Stickstoffquelle, viel besser ist Harnstoff. Aber auch in diesen Stickstoffgemischen ergeben sich ganz ähnliche Resultate, wie sie bis jetzt in allen Versuchen erhalten wurden und wie Versuch VIII noch eigens zeigt. Versuchsbeginn *15. III. 1918. 5 % Dextrose + 0,5 % Chlorammon.*

Harnstoffkonzentration		*Stärkereaktion am* 16. III.	17. III.
0,1 %	+ 0,5 % NH_4Cl	–	+
0,2 %		–	+
0,4 %		–	+
0,6 %		? unsicher	?
1 %		(+) schwach	–
2 %		(+) schwach	–

Es wird also in allen Fällen Chlorammon, das stets zu schädlichen Säurewirkungen führt, in beträchtlichem Maße verarbeitet, sonst könnte nirgends lösliche Stärke auftreten, was z. B. im vorliegenden Falle ein pH von rund 1,90 voraussetzt; diese Wasserstoffionenkonzentration zeigt aber bereits einen starken Verbrauch von Chlorammon an. Trotzdem es lipoidunlöslich ist, also eigentlich nicht in die Zellen eindringen kann, während Harnstoff ziemlich stark lipoidlöslich ist, also leicht in die Zellen eindringt, wird doch das lipoidunlösliche *Chlorammon* dem *lipoidlöslichen* Harnstoff vorgezogen.

Der allgemeine Unterschied aller verwendeten Stickstoffquellen gegenüber Chlorammon ist nun der, daß sie

im Gegensatz zu Chlorammon sehr wenig dissociiert sind. In Gemischen von Stickstoffverbindungen verschiedener Dissociation scheint also die Größe der Dissociation für die Aufnahme in die Zellen ausschlaggebend zu sein. Auf die Bedeutung der Dissociation hat bereits CZAPEK (4) von anderen Untersuchungen ausgehend hingewiesen. Die größere oder geringere Lipoidlöslichkeit dagegen scheint gegenüber der Bedeutung der Dissociation der Stickstoffquellen sehr stark zurückzutreten. Es wird also stets die stärker dissociierte Stickstoffquelle verarbeitet, selbst wenn dabei stark giftig wirkende Stoffwechselprodukte auftreten und selbst wenn andere ungiftig wirkende, sogar ziemlich lipoidlösliche und gute Stickstoffquelle vorhanden sind. Von einer Regulation der Aufnahme durch den Pilz kann hier keine Rede sein, die Aufnahme erfolgt rein zwangsmäßig nach physikalisch-chemischen Eigenschaften. Biologisch gesprochen greift der Pilz also immer die „schlechtere" Stickstoffquelle an.

Literaturverzeichnis.

1. F. BOAS: Ber. Deutsch. Bot. Ges. **34** p. 785 ff. 1916. Biochem. Zeitschr. **78** p. 308 ff. 1916, **81** p. 80 ff 1917, **86** p. 110 ff. 1918.
2. R. HÖBER: Physikalische Chemie der Zelle. III. Aufl. 1911. 6. u. 7. Kap. p. 181 ff. (Lipoidtheorie.)
3. Betreffs der Messung der Wasserstoffionenkonzentration siehe S. P. L. SÖRENSEN in Ergeb. der Physiol. **12** p 393 ff. 1912 und Biochem Zeitschr. **21** p. 131 ff, **22** p. 352 ff. 1909 und L. MICHAELIS: Die Wasserstoffionenkonzentration. JULIUS SPRINGER, Berlin 1914.
4. F. CZAPEK: HOFMEISTERs Beiträge zur chem. Physiol. und Pathologie Bd. 1—3 1902 ff.

6. F. Boas: Bemerkungen über konidienbildende Stoffe bei Pilzen.

(Aus dem botanischen Laboratorium der Akademie Weihenstephan.)
(Eingegangen am 18. Januar 1919.)

In der zahlreichen Literatur über *Aspergillus niger* findet sich nirgends ein deutlicher Hinweis auf die Beziehungen zwischen der Schnelligkeit und Stärke der Konidienbildung und dem Nährsubstrat. Die genauere Verfolgung dieser Beziehungen ist aber zweifellos geeignet, Einblicke in die spezielleren Vorgänge des Stoffwechsels zu geben, insofern als sich Zusammenhänge von Morphologie und chemischer Beschaffenheit herausstellen werden; diese Zusammenhänge sind geeignet, bei eingehender Untersuchung die Morphologie der Pilze als Funktion gewisser chemischen Eigenschaften auffassen zu können. Wir können eine dahin gerichtete Untersuchung analytisch und synthetisch durchführen und kommen vielleicht auf diesem Wege zu einer Morphogenesis auf biochemischer Grundlage. Diese Form der Untersuchung, welche gleichzeitig morphologisch und biochemisch vorgeht, also beide Richtungen sozusagen synthetisch behandelt, möchte ich als *celluläre Biochemie* bezeichnen, im Gegensatz zur allgemein üblichen, meist descriptiven Biochemie und der noch wenig auf chemischen Grundlagen fundierten Morphologie.

Gerade die Bildung der Konidien bei *Aspergillus niger* ist sehr stark von der Nährlösung abhängig und ist infolgedessen sehr gut für eine Untersuchung im angeführten Sinne geeignet. Betrachten wir die meist verwendeten Nährstoffe mit Rücksicht auf ihre Eignung, den Lebensgang von *Aspergillus niger* zu beeinflussen, so können wir in großen Umrissen folgende 4 Hauptgruppen unterscheiden:

I. Gruppe: Myzelwachstum stark und gleichzeitig Konidienbildung rasch und intensiv.
II. Gruppe: Myzelwachstum stark, Konidienbildung etwas gehemmt.
III. Gruppe: Myzelwachstum gehemmt, Konidienbildung stark gefördert.
IV. Gruppe: Myzelwachstum und Konidienbildung verzögert.

Bei der I. Gruppe verläuft also Myzel- und Konidienbildung harmonisch, alle hierher gehörigen Nährstoffe müssen als vorzüglich bezeichnet werden. Eine gegensätzliche Korrelation zwischen Wachstumsintensität und Konidienbildung besteht demnach hier nicht. In diese Gruppe gehören von den Kohlenstoffquellen (eine gute Stickstoffquelle vorausgesetzt) Maltose, Raffinose und Glyzerin.

In Gruppe II ist das vegetative Wachstum auf Kosten der Konidienbildung etwas gefördert. Für den vorliegenden Fall ist diese Gruppe weniger interessant, dafür die Gruppe III, bei welcher die Konidienbildung *meist zeitlich sehr stark gefördert* ist; die vegetative Entwicklung dagegen ist meist recht gering, wenigstens *am Anfang der Versuche*. Es handelt sich in diesem Falle in gewissem Sinne um ein Analogen zu Hungerformen und Nanismus bei höheren Pflanzen. Es sind besonders Stickstoffverbindungen, nämlich Säureamide, welche trotz des Vorhandenseins bester Kohlenstoffquellen stets in dem angedeuteten Sinne wirken. Eine gewisse Ausnahme macht nur Harnstoff, da bei Ernährung mit Harnstoff ziemlich hohe Erntegewichte erzielt werden, welche den mit den besten Stickstoffquellen erzielten oft kaum nachstehen.

Die IV. Gruppe umfaßt ausgesprochen giftig wirkende Stoffe, als solcher sei von den Stickstoffquellen Biuret erwähnt, worüber ich in einer anderen Arbeit schon kurz berichtet habe.

Diese Übersicht sei nun an der Hand einiger Beispiele kurz erläutert und zwar zuerst Gruppe I an dem Verhalten von Maltose und *Raffinose*. Als Nährlösung diente eine Lösung, welche neben 5 % Zucker 2 % Ammonsulfat, 0,25 saures Kaliumphosphat und 0,15 % Magnesiumsulfat enthielt. Eine derartige Lösung ist für das Studium konidienbildender Stoffe in gewissem Sinne äußerst günstig. Denn durch den Verbrauch von Ammonsulfat wird die Nährlösung stark sauer durch die auftretende freie Schwefelsäure. Starke Säuren hemmen aber beträchtlich die Konidienbildung; wenn nun trotzdem bei Verwendung von Ammonsulfat reichlich Konidien gebildet werden, so muß der konidienhemmende Einfluß der Säure paralysiert werden und die spezifisch konidienbildende Kraft der zu untersuchenden Verbindung tritt umso deutlicher hervor. Dies zeigt nun die folgende Übersicht.

Kohlenstoffquelle 5 %	Konidienbildung nach: 1	2	3 Tagen	
Saccharose	—	—	—	Schneeweiße Myzeldecke.
Maltose	—	wenig	mäßig.	Pilzdecke mäßig schwarz.
Raffinose	wenig	stark	stark.	Ganz schwärze Pilzdecke.

Die Wirkung von Maltose und ganz besonders von Raffinose als Konidienbildner ist jedenfalls deutlich genug. Dabei ist zu bemerken, daß in beiden Fällen Erntegewichte erzielt werden, welche die mit Saccharose erzielten erreichen oder sogar übertreffen. Die gleichen Resultate erhält man auch bei Verwendung von *Aspergillus glaucus.* (Versuchstemperatur in beiden Fällen 27° C.) Ein ganz ähnlicher Versuch wurde noch mit Harnstoff als Stickstoffquelle durchgeführt. (0,5 % Harnstoff, 5 % Zucker, Nährsalze wie bei dem ersten Versuche, 20 ccm Nährlösung in 50 ccm ERLENMEYER-Kolben; 32° C.) Es wurden folgende Resultate erzielt:

Kohlenstoffquelle	Konidienbildung nach: 2 Tagen	3 Tagen	Ernte nach 3 Tagen
Maltose	reichlich	dicke, schwarze Decke	0,460 g 0,460 g
Dextrose	—	fast weiße Decke	0,460 g 0,425 g
Laevulose	—	wenig Konidien	0,365 g
Saccharose	—	reinweiße Decke	0,310 g 0,278 g
Raffinose	mäßig	dicke, schwarze Decke	—

Es wirken also auch hier Raffinose und Maltose rasch konidienbildend, *dabei wird ein hohes Erntegewicht erzielt, das heißt mit* anderen Worten, bei Ernährung mit Maltose und Raffinose wird Arbeitsleistung des Pilzes auf ein Minimum herabgesetzt. Säurewirkungen durch die vorhandene Oxalsäure als Erklärungsgrund für das Fehlen der Konidien bei Dextrose und Laevulose dürften ausgeschlossen sein, denn nach 3 Tagen verbrauchen 10 ccm Nährlösung folgende Mengen $^1/_{10}$ Kalilauge gegen Methylorange als Indikator:

Kohlenstoffquelle	Laugenverbrauch
Maltose	1,50 ccm
Dextrose	1,30 ccm
Laevulose	1,60 ccm
Saccharose	6,50 ccm
Raffinose	1,50 ccm

Trotzdem die Dextrose- und Laevulosekulturen nach 3 Tagen sehr arm an Konidien sind, weisen sie doch keine nennenswerten Differenzen hinsichtlich des Vorhandenseins der Oxalsäure auf gegenüber den ganz intensiv schwarzen Decken der Maltose- und Raffinosekulturen. Die Saccharosekultur dagegen zeigt eine hohe

Säurekonzentration. Die Saccharose nimmt ja auch hinsichtlich der Bildung löslicher Stärke eine Sonderstellung ein, wie ich verschiedentlich betonte. Diese Sonderstellung der Saccharose tritt auch hinsichtlich der Konidienbildung ein. Die Unterdrückung der Konidienbildung dürfte im vorliegenden Falle also direkte Saccharosewirkung sein, nicht aber direkt durch die hohe Säurekonzentration bedingt sein.

Ähnlich wie Maltose und Raffinose wirkt auch Glyzerin. Es geht hier rasche Konidienbildung und Erzeugung hoher Erntegewichte parallel, wie der folgende mit 5 % Glyzerin und 0,5 % Asparagin durchgeführte Versuch zeigt. Versuchsbeginn 8. XI. 1918.

	Konidienbildung	Erntegewichte
am 10. XI.	reichlich	0,3890 g
am 12. XI.	„	nicht gewogen
am 13. XI.	völlig schwarze Decke	0,6740 g

Zur Gruppe I gehören also Raffinose, Maltose und Glyzerin.

Gruppe II sei hier nicht weiter besprochen. In Gruppe III sollen die Säureamide behandelt werden. Wir wollen sie vergleichend mit der zugehörigen Aminosäure und dem entsprechenden Ammonsalz kurz behandeln; und zwar zuerst Acetamid und Glykokoll. (Nährlösung: 5 % Saccharose, 0,5 % N-Quelle, Nährsalze wie oben; 25 ccm Lösung in 50 ccm ERLENMEYERkolben; 32 ° C.) Es ergaben sich folgende Resultate:

Stickstoff-quelle:	Konidienbildung nach: 1 Tag	2 Tagen	3 Tagen	Erntegewichte nach 3 Tagen:
Acetamid	deutlich	dünne schwarze Decke	volle schwarze Decke	0,0095 g
Glykokoll	keine	ganz wenig	Decke noch immer fast weiß	0,511 g

Ähnliche Resultate erhält man mit Oxamid und Succinamid. Besonders auffällig ist das äußerst geringe Erntegewicht in den ersten Tagen; erst bei längerer Kulturdauer, etwa 3—4 Wochen, erhält man mit Säureamiden höhere Erntegewichte, die im allgemeinen bei den eingehaltenen Versuchsbedingungen um 0,3 Gramm liegen. Inzwischen hat sich jedoch das Gewicht der Vergleichskulturen durch Proteolyse meist schon ziemlich verkleinert, so daß, wenn man erst nach längerer Versuchsdauer, wie CZAPEK (1) oder LUTZ (2) erntet, die Differenzen zwischen Säureamid und Aminosäure etwas ausgeglichen werden. Dadurch wird aber der eigentliche Sachverhalt über den Nährwert der Säure-

amide verdeckt. Der Nährwert der Säureamide ist also noch wesentlich geringer als in der Literatur gewöhnlich angegeben ist. Eine Ausnahme macht nur Formamid, insofern als hier die Konidienbildung dauernd gehemmt ist und auch rasch verhältnismäßig hohe Erntegewichte erzielt werden, wie die folgende Übersicht zeigt. (Nährlösung 5 % Dextrose, 0,5 % Formamid, Nährsalze wie üblich, 32° C.) Versuchsbeginn 16. VII. 1918.

17. VII. Ungekeimt.
18. VII. Dünne weiße Hautinseln.
19. VII. Ziemlich kräftige, brüchige, reinweiße Decke: 0,083 g.
20. IX. Dicke weiße Decke, Erntegewicht 0,326 g.

Von den zahlreichen hierhergehörigen Versuchen sei vergleichend das Verhalten von Succinammon, Succinimid und Succinamid mit 5 % Dextrose als Kohlenstoffquelle dargestellt. Es war die Konidienbildung nach:

Stickstoffquelle:		2	3	4 Tagen	Ernte nach 3 Tagen
Succinamid	0,5 %	+	+	+ dünne, schön schwarze Decke	0,0065 g
Succinammon	0,5 %	—	(+) ganz wenig	(+) mäßig Konidien	0,615 g
Succinimid	0,5 %	—	(+)	(+) mäßig Konidien	0,280 g

Es verhalten sich also hinsichtlich der Konidienbildung Ammonsalz und Imid ziemlich gleich, nur die Erntegewichte sind beträchtlich verschieden, Succinamid dagegen läßt die Förderung der Konidienbildung deutlich erkennen, sein Nährwert jedoch ist sehr gering gegenüber den beiden anderen.

Zur Gruppe IV ist von dem Stickstoffverbindung Biuret zu zählen, vielleicht auch Formamid. Über Biuret und Harnstoff habe ich schon an anderer Stelle ausführlich berichtet, daher kann hier auf diese Arbeit verwiesen werden[1]).

Die hier zuletzt skizzierten Unterschiede des Nährwertes und der morphologischen Wirkung zwischen Säureamid und Aminosäure dürften vielleicht auf einer Vielheit von Erscheinungen beruhen. Es scheint mir besonders die Größe der Dissociation eine Rolle zu spielen. Die Aminosäuren sind wesentlich stärker disso-

---

1) F. Boas in Biochem. Zeitschr. 5, Bd. 86, S. 111 ff., 1918 und Annales mycol 1918. Im Druck.

ciiert als die Amide; es betragen z. B. die Dissociationskonstanten für die Basendissociation

von	Acetamid bei 25° C.	$3{,}1 \cdot 10^{-15}$
„	Glykokoll	$2{,}6 \cdot 10^{-12}$
„	Harnstoff	$1{,}5 \cdot 10^{-14}$
„	Asparagin	$1{,}5 \cdot 10^{-12}$

Der Nährwert dieser Verbindungen entspricht genau der Größe der Dissociation, so daß also Acetamid sehr schlecht, Harnstoff schon sehr gut und Glykokoll und Asparagin ausgezeichnete Stickstoffquellen sind. Doch kommen neben diesem Gesichtspunkte sicher noch andere Gründe in Betracht. Die Säuredissociationskonstante ferner

von Succinimid $= 2{,}8 \cdot 10^{-11}$
„ Asparagin $= 1{,}35 \cdot 10^{-9}$ ist dem Nährwert völlig analog.

Der Nährwert dieser beiden Verbindungen ordnet sich auch hier nach der Größe der Dissociation. Doch sind, um zu allgemeineren Resultaten zu gelangen, hier noch eingehende Untersuchungen notwendig. Treten natürlich bei dem Abbau einer Stickstoffverbindung schädliche Teilstücke auf, so wird die Anordnung des Nährwertes nach der Dissociationkonstante ohne weiteres verwischt. Auch dürften noch andere Eigenschaften stören und die Deutung der Dissociationskonstanten als Merkmal für den Nährwert einer Verbindung erschweren. Die Dissociationskonstanten sind der Arbeit von LUNDÉN (3) entnommen.

Zitierte Literatur.

1. CZAPEK, F. Untersuchungen über die Stickstoffgewinnung und Eiweißbildung der Pflanzen. (HOFMEISTERs Beiträge z. chem. Physiol. und Pathol., Bd. 1—3, 1902.)
2. LUTZ, L. Sur l'assimilabilité comparée des sels ammoniacaux, des amines, des amides et des nitriles. (Compt. rend. T. 140. S. 140.)
3. LUNDÉN, H. Affinitätsmessungen an schwachen Basen und Säuren. (Stuttgart, F. ENKE, 1908. Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge, Bd. XIV.)

7. F. Boas: Selbstvergiftung bei Aspergillus niger.

(Aus dem botanischen Laboratorium der Akademie Weihenstephan.)
(Eingegangen am 8. Januar 1919.)

In einer kleinen Arbeit, welche soeben in den Annales mycologici erscheint, habe ich auf die Tatsache hingewiesen, daß *Cladosporium* bei Kultur auf Würzegelatine, oder in Zuckerlösungen mit Harnstoff als Stickstoffquelle sehr rasch durch enzymatische Vorgänge so große Mengen Ammoniak (und vermutlich auch durch Proteolyse Amine) erzeugt, daß die Kulturen in kurzer Zeit getötet werden. Einen anders gelagerten Fall durch Säureselbstvergiftung hat WEHMER[1]) bei *Penicillium* und *Aspergillus fumigatus* beschrieben.

Sehr leicht kann man den Vorgang der Selbstvergiftung durch Ammoniak bei *Aspergillus niger* beobachten, wenn der Pilz auf einem geeigneten Substrat kultiviert wird. Als solches hat sich eine Lösung von 5 % Maltose + 2 % Harnstoff (neben den nötigen Mineralsubstanzen: 0,25 KH_2PO_4 und 0,15 % $MgSO_4 7H_2O$) erwiesen. Mit Maltose bildet nämlich *Aspergillus* verhältnismäßig weniger Oxalsäure als z. B. mit Saccharose; es kann daher die gebildete Oxalsäure auch leichter durch Spaltung des Harnstoffes neutralisiert werden. Der unverbrauchte Harnstoffrest liefert dann durch enzymatische Spaltung noch solche Mengen Ammoniak, daß die Lösungen stark alkalisch werden und daß das entstehende Alkali z. B. schon leicht durch den Geruch festgestellt werden kann. Die Ammoniakbildung geht soweit, daß die Nährlösung sich mit Phenolphthalein deutlich rötet; auf alle Fälle gibt α-Naphtholphthalein stets einen deutlichen Umschlag, damit ist eine $[H^+]$ von $10^{-7,5}$—$10^{-8,3}$ angedeutet. Genauere Messungen erübrigen sich für den vorliegenden Fall.

Die starke Alkalisierung der Nährlösung beruht übrigens auf 2 Vorgängen, nämlich 1. auf der Spaltung von Harnstoff und 2. auf dem Verlauf der Selbstverdauung, der Proteolyse der Pilzdecke. Beide Vorgänge liefern alkalisch reagierende Substanzen, Ammoniak und, wie der Geruch der Kulturen andeutet, Amine.

1) C. WEHMER: Ber. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 31. 1913.

Durch diese Substanzen wird dann Myzel und Konidienmasse sehr rasch getötet. Es ist natürlich nötig, eine derartige Harnstoffmenge der Nährlösung zuzusetzen, daß die gebildete Oxalsäure mindestens völlig neutralisiert werden kann, im anderen Falle bleibt der beabsichtigte Erfolg aus. Als genügende Harnstoffmenge haben sich 1,6—2 % erwiesen.

Einige Protokolle sollen nun die vorerwähnten Ausführungen erläutern.

Versuch I. Nährlösung[1]): 5 % Dextrose + 5 % Maltose, 1,6 % Harnstoff + 0,5 % Acetamid. Temperatur 32 ° C. Versuchsbeginn 30. IX. 1918.

Es bildet sich eine dicke, weiße Decke; warum hier die Konidienbildung ausblieb, ist unklar. Am 5. X. bereits deutlicher Geruch nach Ammoniak. Ein pfenniggroßes Stück der Decke unter sterilen Bedingungen auf Würzegelatine gebracht wächst nicht mehr; der Pilz ist also bereits tot. Ob Acetamid hierbei irgend eine Nebenrolle gespielt hat, ist nicht bekannt.

Versuch II. 5 % Maltose, 1,6 % Harnstoff, Versuchsbeginn 10. X. 1918. Die Nährlösung färbt sich am 19. X. mit Phenolphthalein rot, es sind Konidien vorhanden, der Pilz ist tot, wie die Überimpfung auf gehopfte Bierwürze zeigt.

Versuch III. 5 % Saccharose, 9 % Harnstoff. Bei dieser Harnstoffkonzentration findet nur langsames Wachstum statt, es bildet sich eine braungelbe, lockere, ziemlich dünne Decke; die Nährlösung färbt sich hellrötlichbraun, nach 7 Tagen sehr starker Geruch nach Ammoniak, der Pilz ist tot. Die Nährlösung färbt sich intensiv rot mit Phenolphthalein.

Versuch IV. 5 % Maltose, 2 % Harnstoff. Versuchsbeginn 8. XI. 1918. Es bildet sich eine stattliche, schwarze Konidiendecke. Am 4. XII. starker Geruch nach Ammoniak. Bei der Überimpfung auf Bierwürze am 15. XII. sind von 4 Kulturen 3 tot; die vierte Kultur wächst nur äußerst langsam, war also jedenfalls auch bereits am Absterben.

An diesen Versuchen ist der Mangel an Selbstregulation bemerkenswert. Der Pilz erzeugt zwar (vermutlich regulatorisch) das Harnstoff spaltende Enzym, muß aber dann

1) Reste von Lösungen für andere Versuche; diese Reste wurden zu den Selbstvergiftungsversuchen verwendet. Es wurden 30 ccm Nährlösung in 50 ccm ERLENMEYERkölbchen angewendet. Impfung mit dem Platindraht; reichlich!

die Wirkungen dieses Enzyms über sich ergehen lassen, was in kurzer Zeit zum Tode führt.

Mit anderen Pilzen, wie *Botrytis cinerea* und *Oidium* wurden unter gleichen Versuchsbedingungen negative Ergebnisse erzielt. Die Kulturen blieben noch nach Monaten am Leben, da hier die enzymatische Harnstoffspaltung nicht zu überschüssigem Ammoniak führt.

---

8. Hugo de Vries: Oenothera Lamarckiana mut. simplex.

(Eingegangen am 16. Januar 1919.)

Im Jahre 1906 entstand in meinem Versuchsgarten eine neue Mutationsform, welche in vielen Hinsichten eine Parallele zu meiner *Oenothera Lamarckiana mut. velutina* (syn: *O. blandina*) bildet[1]). Wie diese hat sie nahezu keine tauben Samen, und geht ihr die Spaltbarkeit in Zwillinge, nach Kreuzungen, ab. Die betreffenden Kreuzungen bilden aber mit ihr nicht die Bastarde vom Typus *Velutina*, sondern jene vom Typus *Laeta*, und in dieser Beziehung ist die neue Form somit der *O. blandina* entgegengestellt.

Diesen neuen Typus nenne ich *Oenothera Lamarckiana mut. simplex*. Er ist namentlich deshalb wichtig, weil er die Mutabilität der *Lamarckiana* beibehalten hat, während diese der *mut. Velutina* bekanntlich völlig fehlt.

Von einer rein gezüchteten Familie von *Oen. Lam. mut. oblonga* hatte ich in 1903—1906 die erste, zweite und dritte Generation. In dieser letzteren trat in einem Exemplare die *mut. simplex* auf. Aus dieser Pflanze erhielt ich, nach künstlicher Selbstbefruchtung, in 1913 eine zweite und in 1914 eine dritte Generation. Die letztere wiederholte ich in 1915 und 1917, aber jedesmal in geringem Umfange. Im Sommer 1917 machte ich dann die erforderlichen reinen Selbstbestäubungen, um in 1918 die vierte Generation in nahezu 2000 Exemplaren zu kultivieren. Gleichzeitig wurden die unten zu besprechenden Kreuzungen vorgenommen.

---

1) *Oenothera Lamarckiana mut. velutina*, Botan. Gazette 1917, Bd. 63, S. 1—25 und Kreuzungen von *Oenothera Lamarckiana mut. velutina*, Zeitschr. f. ind. Abst. 1918, Bd. 19, S. 1—38.

Die Kultur von 1917 umfaßte 14 Exemplare. Von jedem untersuchte ich 100 Samen und fand darin die folgenden Anzahlen guter Keime: 79, 81, 81, 82, 84, 85, 86, 88, 88, 89, 90, 90, 94 und 95. Im Mittel somit 87 % Keime. Da bei den Oenotheren bekanntlich stets einzelne Samen in der Frucht aus anderen Gründen mißlingen[1], beweisen diese Zahlen, daß erblich taube Samen der *mut. simplex* fehlen.

Kreuzungen mit den Eizellen von *Oenothera biennis* und *O. muricata* (*O. syrticola* Bartlett), mit dem Pollen von *O. biennis Chicago*, sowie die beiden reziproken Kreuzungen mit *O. Hookeri* und *O. Cockerelli* rufen bekanntlich aus *O. Lamarckiana* die Zwillinge *Laeta* und *Velutina* hervor. Mit *O. blandina* (*O. mut. velutina*) geben sie aber einförmige Bastarde vom letzteren Typus. Ich habe die betreffenden Verbindungen mit *O. simplex* in 1917 sämtlich gemacht, und von jeder in 1918 ein Beet mit etwa 60 blühenden Pflanzen kultiviert. Abgesehen von den unten zu besprechenden seltenen Mutanten waren die Kulturen einförmig und trugen sie ausnahmslos den Typus *Laeta*. Sie wurden zu jeder Jahreszeit mit den Zwillingen *Laeta* und *Velutina* aus *O. Lamarckiana* verglichen, und die völlige Abwesenheit der letzteren Form konnte leicht über allen Zweifel erhoben werden. Ich machte auch die Verbindung *O. biennis Chicago* × *O. mut. simplex* und erhielt 60 blühende Pflanzen, welche alle genau mit dem Zwillinge *Densa* aus *O. Lamarckiana* übereinstimmten. Die entsprechende Kreuzung von *O. blandina* gibt bekanntlich in diesem Falle die Form *Laxa*. Die Beschreibungen der einzelnen aus *O. simplex* erhaltenen Typen von *Laeta* und *Densa* stimmen in allen Punkten mit den in meinem Buche über die „Gruppenweise Artbildung" für die entsprechenden Zwillinge gegebenen überein.

In Kulturen unterscheidet sich *O. simplex* deutlich und scharf von *O. Lamarckiana* und zwar fast in allen Merkmalen. Die Unterschiede sind aber gering, und bei der Vergleichung isolierter Exemplare oft schwierig zu beurteilen. Dennoch lassen sich die beiden Typen in, sei es durch Mutation oder durch Kreuzung, gemischten Beeten mit völliger Sicherheit trennen. Auffallend ist namentlich die dichte Blütenrispe von *O. simplex*, mit kurzen Internodien, auf der sich im Hochsommer jeden Abend etwa 4—6 Blüten öffnen. Bei *O. Lamarckiana* ist die Traube mehr verlängert, und öffnen sich zumeist nur 2—3 Blüten gleichzeitig. Im Herbst sind die Früchte dementsprechend zahlreich, aber kleiner als bei der Mutterart; auch

1) Gute, harte und leere Samen, Zeitschr. f. ind. Abst. 1916, Bd. 16, S. 289—292.

öffnen sie sich bei der Reife fast nicht. Die ganze Pflanze ist sehr arm an rotem Farbstoff, der Kelch ist dementsprechend grünlich-gelb, anstatt rot oder braun angelaufen, und auch die Blumenblätter haben eine hellere gelbe Farbe. Die Blütenknospen sind etwas kürzer und dicker, mehr zylindrisch anstatt konisch, die Kelchröhre ist bedeutend kürzer (2 cm anstatt 3—4), die Krone öffnet sich flach, wie bei *O. biennis*, während sie bei der Art schüsselförmig bleibt und die freien Zipfelchen des Kelches sind verhältnismäßig kurz. Der Blütenstaub ist oft reich an tauben Körnern und die Früchte enthalten weniger Samen als bei der Art.

Vergleicht man diese Beschreibung mit der früher für *O. mut. velutina* gegebenen, so sieht man leicht, daß *O. Lamarckiana* in ihrer äußeren Erscheinung zwischen diesen beiden Mutanten intermediär ist. Namentlich ergibt sich dieses, wenn man die lockere Rispe, den Reichtum an roter Farbe, den reichlich ausgebildeten Blütenstaub und die kräftigen Früchte der *O. mut. velutina* betrachtet. Dasselbe gilt auch für die Belaubung, da die Blätter von *Mut. simplex* etwas breiter und etwas heller grün sind als diejenigen der Art, während die *Velutina* gerade durch ihre schmalen, rötlich-grünen Blätter auffällt.

Aus dieser Darstellung kann man schließen, daß der Bastard zwischen den beiden besprochenen Mutanten, falls er äußerlich intermediär ist, der *O. Lamarckiana* gleichen muß. Ich befruchtete 1917 *O. simplex* mit dem Staub der *O. blandina* und hatte 1918 eine Kultur von 60 blühenden Pflanzen, welche mit Ausnahme von 6 Mutanten (5 *Oblonga* und 1 *Scintillans*) durchaus einförmig war. Sie wurde während des ganzen Sommers mit den Eltern und mit der Art genau verglichen und ergab sich dabei im ganzen Habitus und in allen oben beschriebenen Merkmalen als der letzteren durchaus gleich. Nur fehlten die Buckeln im Laube, welche für *O. Lamarckiana* so charakteristisch sind. Diese fehlen aber der *Mut. Velutina* und die glatten Blätter sind in Kreuzungen auch sonst dominant über die buckligen. Auch hat der Bastard, wie zu erwarten, keine erblich tauben Samen. Der Keimgehalt war in drei Proben 92—94 und 97 %. Abgesehen von diesen beiden Punkten kann aber die *O. Lamarckiana*, wenn man sich so ausdrücken darf, durch die Kreuzung wieder hergestellt werden und kann man die beiden Mutanten somit — nahezu — als ihre Komponenten betrachten.

Dieselbe glattblättrige *Lamarckiana*-Form erhielt ich aus der reziproken Kreuzung (*O. blandina* × *O. simplex*); und auch die beiden Kreuzungen von *O. simplex* mit der Mutterart gaben *Lamarckiana*-ähnliche Bastarde, wie zu erwarten war.

Auf die auffallende Mutabilität unserer neuen Form machten mich schon die zweite und dritte Generation in den Jahren 1913 bis 1917 aufmerksam. Die erstere enthielt zwei Pflanzen mit sprödem Stengel vom Typus der Mutanten *Rubrinervis* und *Deserens*, die andere brachte eine *Lata* und zwei Zwerge hervor, welche den entsprechenden Neuheiten aus der Mutterart durchaus glichen. Da ich in jedem Sommer nur fünfzehn Exemplare hatte, deutete dieses auf eine hohe, und mit der der *Lamarckiana* gleichsinnige Mutabilität hin.

Ich erzog darauf aus den rein befruchteten Samen meiner 14 Pflanzen von 1917 im nächsten Jahre etwa 2000 Keimlinge, unter denen sich die oben genannten Mutationen erkennen ließen, rodete etwa 300 anscheinend normale Exemplare behufs Raumersparnis aus, und kultivierte die übrigen bis zur Blüte und Fruchtreife. Ich hatte neunzehn buntblättrige Exemplare und außerdem die folgenden Mutanten:

Mutanten von *O. Lam. mut. simplex.*

4. Generation, 1918

semigigas	0,1 %
nanella	0,7 %
lata	0,3 %
scintillans	0,3 %
linearis	0,05 %
deserens	3,2 %
oblonga	......
metallica	1,5 %
secunda	0,35 %
Zusammen	6,5 %

O. secunda sieht aus wie *O. Lamarckiana* und entsteht wahrscheinlich durch eine halbe Mutation in *Velutina*. *O. oblonga* entstand in dieser Kultur nicht; die fragliche Mutabilität ergab sich aber durch Kreuzungen. Wie man sieht, kommen im wesentlichen dieselben Mutationen vor, wie bei der Mutterart, mit Ausnahme von *O. rubrinervis*, an deren Stelle sich die ebenso spröde *O. deserens* vorfindet. Die meisten übrigen Mutationen von *O. Lamarckiana*, wie *O. cana*, *pallescens*, *liquida*, *Lactuca*, *obovata* und *spathulata*, sind so selten, daß man sie beim ersten Versuche kaum erwarten darf. Ich fand sie bis jetzt nicht, trotzdem ich sie alle behufs der Vergleichung gleichzeitig in kleinen Gruppen kultiviert habe.

Es mögen jetzt einige nähere Angaben über die beobachteten Mutationen folgen.

1. *Semigigas*. Diese Form trat in zwei Exemplaren auf, welche an den dicken Blütenknospen leicht erkannt wurden. Ihr Pollen wies einen wesentlichen Gehalt an viereckigen Körnern auf, und die selbstbefruchteten Früchte blieben dünn, stielförmig und ohne Samen. Nach freier Bestäubung wurden aber normale Früchte ausgebildet. Diese Merkmale lehren, daß die beiden Pflanzen nicht etwa *Gigas* waren, denn diese ist mit dem eigenen Pollen völlig fruchtbar. In meiner Kultur von *O. blandina*×*O. simplex* traten gleichfalls zwei Exemplare von *Semigigas* mit genau denselben Eigenschaften auf. Da *O. blandina*, soviel man weiß, nicht in *O. gigas* mutiert, dürfen sie als eine Bestätigung der betreffenden Mutabilität von *O. simplex* betrachtet werden.

2. *Nanella*. Anfang Mai erkannte ich an den gedrungenen Rosetten 14 Zwerge. Bei der Blüte erreichten sie nur etwa 20 bis 25 cm Höhe. Sie stimmten in allen äußeren Merkmalen genau mit den Zwergen meiner aus *O. Lamarckiana* abgeleiteten Rassen überein.

3. *Lata*. Anfang Mai unterschied ich gleichfalls 6 Exemplare dieser Form. Sie erreichten bei der Blüte etwa die halbe Höhe ihrer Nachbarn und hatten die Belaubung meiner erblichen *Lata*-Rassen. Auch die Blüten stimmten mit diesen überein; die Narben waren dick und oft untereinander oder mit der Griffelspitze verwachsen; die Antheren enthielten keinen brauchbaren Pollen und die Selbstbefruchtung blieb deshalb ohne Erfolg. Mit dem Staub der *O. blandina* gaben sie normale Früchte von dem Baue derjenigen der aus *O. Lamarckiana* stammenden *Lata*-Rassen.

4. *Scintillans*. Ich fand im Laufe des Sommers 6 Pflanzen mit den schmalen, glatten, glänzenden Blättern meiner *Scintillans*-Rasse. Einige trieben Stengel, andere blieben Rosetten. Nur ein Exemplar blühte bereits im August und gab nach Selbstbefruchtung eine ausreichende Ernte. Traube, Blüten und Früchte stimmten genau mit der bekannten Beschreibung überein.

5. *Linearis*. Ein schönes Exemplar mit linealischen Blättern trug eine Traube mit fast normalen Blüten, welche zylindrische Früchte mit ausreichender Samenernte ansetzten. Ob hier eine erbliche Form vorliegt, läßt sich, auf Grund der sonstigen von mir beobachteten Fälle, nicht mit Sicherheit entscheiden, sondern kann erst aus der Kultur der zweiten Generation hervorgehen.

6. *Deserens*[1]. Wie *O. rubrinervis* besitzt diese Form spröde Stengel, welche in der Jugend oft wellig gebogen sind. Auch die Blätter sind seitlich gekrümmt und mehr oder weniger spröde. Von-

1) *O. rubrinervis, a half mutant*, Botan. Gazette 1919, T. 67. S. 1—27.

einander lassen sie sich zu gewissen Jahreszeiten leicht und sicher, zu anderen aber schwierig oder gar nicht unterscheiden. Die jungen Rosetten von *O. deserens* haben breite Blätter, anstatt schmale wie *O. rubrinervis*. Beim Anfang der Blüte haben die Trauben einen auffallend verschiedenen Habitus, auch fehlt die rote Farbe bei *O. deserens* fast völlig, während sie bei *O. rubrinervis* stark ausgebildet ist. Meine erblichen Rassen von letzterer Form pflegen alljährlich nahezu 20—25 % *Deserens* hervorzubringen und ich betrachte sie deshalb als halbe Mutanten dieses Typus.

An den krausig gekrümmten breiten Blättern erkannte ich bereits im April eine Anzahl von Mutanten, an den wellig hin und her gebogenen jungen Stengeln aber viel zahlreichere und bei der Ernte brach ich die Stengel von allen deutlichen oder noch zweifelhaften Exemplaren durch. Im September hatte ich 61 spröde Pflanzen und dieses ergibt, auf die zu jener Zeit aus 1680 Exemplaren bestehende Kultur, 3,2 % *Deserens*. Sie waren alle an der Form und der Farbe sicher zu erkennen; *Rubrinervis*-Pflanzen gab es in der ganzen Kultur nicht. Ich hatte zum Vergleich ein Beet von dieser Form und eine Gruppe aus meiner *Deserens*-Rasse in unmittelbarer Nähe, und verglich die Pflanzen zu jeder Jahreszeit.

Nach meinen Untersuchungen enthält *O. rubrinervis* zweierlei Art von Gameten. Von diesen sind die einen *Deserens* und bei der Mutation aus den typischen Gameten der *O. Lamarckiana* entstanden. Die anderen sind aber *Velutina* und ohne Aenderung aus der Mutterart herübergekommen. Die *Deserens*-Gameten haben keinen letalen Faktor, denn in den reinen Rassen hat diese Form keine erblich tauben Samen. Die *Velutina*-Gameten haben denselben letalen Faktor wie in *O. Lamarckiana*; es erklärt dieses, weshalb *O. rubrinervis* zu etwa einem Viertel taube Samen hervorbringt. Da nach diesen Auseinandersetzungen *O. rubrinervis* zur Hälfte aus *Velutina* besteht, ist es klar, weshalb sie nicht durch eine einfache Mutation aus *O. simplex* hervorgehen kann.

O. mut. erythrina und *O. mut. decipiens*[1]) sind Mutanten, welche der *O. rubrinervis* und der *O. deserens* in allen sonstigen Punkten entsprechen, aber nicht spröde sind, wie diese. Sie entsprangen bis jetzt in meinen Kulturen nie aus derselben Rasse wie *O. rubrinervis*, und waren somit auch aus diesem Grunde aus *O. simplex* nicht zu erwarten.

7. *Oblonga*. Diese Mutante kann aus denselben Gründen nicht aus *O. simplex* erwartet werden, da auch sie zum Teil aus *Velutina*-

1) *O. rubrinervis, a half mutant,* a. a. O.

Gameten aufgebaut ist[1]). Daß die betreffend eMutabilität aber dennoch in *O. simplex* anwesend ist, geht aus einigen Kreuzungen hervor. Denn falls diese eine *Velutina*-Gamete, oder eine dieser entsprechende einführen, muß aus *O. simplex* die *Oblonga* mit allen ihren äußeren Merkmalen entstehen können. Nur muß man solche Eltern wählen, welche nicht selbst in *Oblonga* mutieren. Dieser Bedingung genügen bekanntlich *O. blandina* und *O. Hookeri*. Ich erhielt aus *O. simplex* × *blandina* fünf und aus *O. simplex* × *Hookeri* vier Exemplare von *Oblonga*, welche die Merkmale meiner sonstigen Rassen dieses Namens bereits früh, namentlich aber zur Blütezeit und in den Früchten zur Schau trugen. Da die betreffenden Kulturen beide etwa 60 blühende Pflanzen umfaßten, deutet dieses auf eine hohe Mutabilität der *O. simplex* hin und dieses stimmt damit überein, daß *O. oblonga* auch unter den Mutanten von *O. Lamarckiana* eine der häufigsten ist.

8. *Metallica* ist wahrscheinlich dieselbe Mutationsform wie *O. oblonga*, aber ohne *Velutina*-Gameten. Dieser Auffassung entspricht zuerst ihre Häufigkeit, denn sie trat in 29 Exemplaren auf. Diese konnten anfangs leicht mit *Deserens* verwechselt werden, waren aber nicht spröde, wie diese. Sie bildeten einen eigenen Typus mit dünnem, zumeist nicht oder fast nicht verzweigtem Stengel, kurzen, breiten Blättern in dichter Belaubung und von dunkelgrüner, metallisch glänzender Farbe. Am Gipfel der jungen Rispe bildeten die Bracteen eine dichte Rosette. Blütenstaub und Samenansatz waren spärlich, wohl z. T. infolge der Schwäche der Pflanzen. Genau dieselbe *Metallica* entstand aus *O. simplex* × *O. biennis Chicago* in sieben und aus *O. simplex* × *O. Cockerelli* in einem Exemplare, nicht aber aus den reziproken Verbindungen. Es spricht dieses dafür, daß die *Metallica* aus mutierten Eizellen von *O. simplex* hervorgeht, ebenso wie *O. lata*, *O. scintillans* und *O. oblonga* selbst bei ihrer Entstehung aus *O. Lamarckiana*. Aus den Kreuzungen mit *O. blandina* und *O. Hookeri* entstand keine *Metallica* und dieses spricht dafür, daß die betreffenden Gameten in diesen Fällen *O. oblonga* hervorbrachten, m. a. W. stützt es die Auffassung, daß es dieselben Gameten sind, welche je nach ihrer Verbindung mit anderen, entweder *Oblonga* oder *Metallica* hervorbringen.

9. *Secunda* ist vielleicht die wichtigste aller beobachteten Mutationen von *O. simplex*. Nach den Untersuchungen von RENNER enthält *O. Lamarckiana* bekanntlich zweierlei Art von Gameten, welche ich als typische und *Velutina*-Gameten bezeichne. Nach meiner Auffassung sind die letzteren durch Mutation aus den ersteren

1) *O. rubrinervis, a half mutant*, a. a. O.

hervorgegangen und ist *O. Lamarckiana* somit kein Bastard zwischen zwei früheren Rassen, sondern durch Mutation innerhalb einer einzigen Rasse entstanden. Ist diese Auffassung richtig, so darf man erwarten, daß die typischen Gameten von *O. Lamarckiana* vielleicht auch jetzt noch die Mutabilität in *Velutina* beibehalten haben, und daß sie diese somit zur Schau tragen werden, falls sie durch Verlust ihrer letalen Faktoren in den Stand gesetzt werden, eine selbständige Rasse zu bilden, oder m. a. W., daß *O. simplex* in *Velutina* mutieren kann. Wenn dieses aber stattfindet, so ist die Aussicht, daß zwei derart mutierte Gameten bei der Befruchtung zusammentreffen, eine ebenso geringe, wie die Erwartung einer doppelten Mutation in *O. gigas* usw. Viel wahrscheinlicher ist es, daß die *Velutina*-Gameten sich mit *Simplex*-Gameten verbinden werden; die so entstehenden halben Mutanten müssen zwischen beiden Typen intermediär sein und somit den Habitus und die Merkmale von *O. Lamarckiana* tragen. Diese Mutation nenne ich *Secunda*.

Sie trat in 7 Exemplaren auf und zwar in der Nachkommenschaft von sechs verschiedenen Eltern von 1917. Im Anfange der Stengelbildung erkannte ich sie an ihrem Reichtum an Nebenstengeln, denn *O. simplex* hat deren meist keine, und bei sehr kräftiger Entwickelung doch selten mehr als 1—2. Als später sich die Blütenrispen ausbildeten, wurde der Unterschied völlig klar. Die lockere Rispe und die langen konischen Blütenknospen, die Form der Krone und der reichliche Blütenstaub gaben ein auffallendes Bild. Die Form der Früchte und ihr Reichtum an Samen bestätigten die Auffassung. Der ganze Habitus war derjenige der *O. Lamarckiana*, aber es fehlten die vielen Buckeln in den Blättern, sowie die erblich tauben Samen.

Ich gelange somit zu der folgenden Auffassung der besprochenen Ergebnisse:

1. Falls in *O. Lamarckiana* der letale Faktor der typischen Gameten durch Mutation wieder vital wird, kann eine Rasse ohne taube Samen, ohne *Velutina*-Gameten und ohne die entsprechende Spaltbarkeit in Zwillinge entstehen. Eine solche Rasse ist unsere *O. mut. simplex*.

2. In derselben Weise entspricht die früher beschriebene *O. mut. velutina* = *O. blandina* dem Verschwinden des letalen Faktors aus den *Velutina*-Gameten.

3. Durch die Kreuzung von *O. simplex* und *O. blandina* werden die fraglichen Gameten wieder verbunden und erhält man einen Bastard, welcher der *O. Lamarckiana*, bis auf die glatten Blätter und die Samen, zum Verwechseln ähnlich ist.

4. Entstehen aus *O. simplex* durch Mutation *Velutina*-Gameten und verbinden sich diese bei der Befruchtung mit normalen, so erhält man eine halbe Mutante, welche gleichfalls der *O. Lamarckiana* äußerlich völlig gleicht.

5. *O. simplex* besitzt dieselbe Mutabilität wie *O. Lamarckiana*, aber in höherem Grade. Der *O. blandina* geht diese Eigenschaft ab. Somit ist es klar, daß die Mutabilität von *O. Lamarckiana* von ihren Vorfahren ererbt, und nicht erst durch die Verbindung mit *Velutina*-Gameten entstanden ist.

6. Wie *O. gigas*, welche alljährlich zu etwa 1—2 % *Mut. nanella* erzeugt, und wie *O. blondina*, welche mehrfach *Mut. spiralis* hervorgebracht hat, ist auch *O. simplex* eine homozygote mutierende Rasse.

---

9. Alexander Lingelsheim: Notiz über fluoreszierende Stoffe in der Rinde der Calycanthaceen.

(Eingegangen am 18. Januar 1919.)

Bei der Untersuchung von Maserbildungen an den Zweigen von *Calycanthus occidentalis* Hook. et Arn. aus dem Breslauer Botanischen Garten, über welche an anderer Stelle berichtet wird, fiel mir die lebhaft blaue Fluoreszenz des zum Einweichen der Stücke verwendeten Wassers auf. Da in der spezielleren Literatur über die Familie diesbezügliche Angaben fehlen, auch in der jüngst von H. HARMS[1]) aufgestellten Liste derjenigen Familien und Gattungen, bei denen Fluoreszenz erregende Körper vorkommen, die Familie der Calycanthaceae nicht erwähnt wird, sei folgendes darüber mitgeteilt.

Rindenteile getrockneter (Herbarstücke) oder frischer *Calycanthus*-Arten erregen, in Wasser gebracht, in diesem lebhafte Fluoreszenz, welche am besten in auffallendem Licht einer stärkeren Lichtquelle gegen einen dunkeln Untergrund deutlich wird. Durch diesen Vorgang lassen sich äußerst geringe Mengen des fluor-

1) H. HARMS, in Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg, LVI (1915) 185 ff. In dieser provisorischen Aufzählung sind 28 Gattungen aus 17 Familien enthalten.

eszierenden Körpers im Sonnenlicht oder auch praktischerweise bei Verwendung einer kleinen Bogenlampe (4—5 Amp.) mit Kondensorlinse in derem Lichtkegel im verdunkelten Raum nachweisen[1]).

Wie *Calycanthus occidentalis* zeigten *C. floridus* L. und *C. glaucus* Willd. aus unserm Garten, sowie die im Museumsherbarium aufbewahrte Spezies *C. fertilis* Walt. prachtvoll blaue Fluoreszenz im Wasseraufguß ihrer Rindenteile. Dagegen blieb die Erscheinung aus bei Prüfung der noch grünen jüngsten Triebe, der Blattstiele und der Blätter; ebensowenig reagierten Blütenteile und Holz nebst dem Mark.

Seit dem Vorgange von LINDLEY[2]) trennt die überwiegende Mehrzahl der Systematiker von der Gattung *Calycanthus* das Genus *Chimonanthus* ab, welches von LINNÉ[3]) mit jenem vereinigt war. In der Neuzeit behielten hauptsächlich nur PRANTL[4]) und KOEHNE[5]) diese Vereinigung bei; in der allerjüngsten Zeit finden wir *Chimonanthus* als *Meratia* bezeichnet vor[6]). Es gehören hierher *Chimonanthus praecox* Link im nördlichen und mittleren China und *Ch. nitens* Oliv. in Zentralchina, beide anscheinend recht nahe miteinander verwandt.

Von diesen Arten stand mir hier nur *Ch. praecox* als Herbarmaterial zur Verfügung. Der wässerige Rindenauszug dieser Art bietet ebenfalls das Schauspiel kräftiger Fluoreszenz, aber mit ausgesprochen grünlichem Lichtreflex.

Der Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. H. HARMS verdanke ich Proben der Rinde eines Originals von *Chimonanthus nitens* aus Hupeh, von HENRY (als n. 4387) gesammelt, welches sich im Herbarium des Berliner Botanischen Museums befindet. Auch die Rinde dieser Art zeigt deutlich grünstichige Fluoreszenz.

Auf die Bedeutung der Fluoreszenzfarbentöne für die Formenverwandtschaft habe ich s. Z. hingewiesen[7]). Jedenfalls zeigt der Erfolg der Reaktion, wie *Chimonanthus* von dem Formenkreise der *Calycanthus*gruppe sich auch in dieser Hinsicht etwas entfernt, so daß hier, bestimmter noch wie bei *Fraxinus*, die Fluoreszenz-

1) Vgl. dazu A. LINGELSHEIM, Die Fluoreszenz wässeriger Rindenauszüge von Eschen in ihrer Beziehung zur Verwandtschaft der Arten, in Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXXIV (1916) 666.

2) J. LINDLEY, Bot. Reg. (1819) t. 404.

3) C. LINNÉ, Sp. pl. ed. 2 (1762) 718.

4) K. PRANTL in ENGLER-PRANTL, Nat. Pflzfam. III, 2 (1891) 94.

5) E. KOEHNE, Dendrol. (1893) 151.

6) C. S. SARGENT, Plant. Wilson. (1913) 419.

7) A. LINGELSHEIM, l. c. 672.

erscheinungen zur Erkennung zusammengehöriger Artkomplexe praktisch verwendet werden können.

Von CZAPEK[1]) und WEHMER[2]) wird angegeben, daß durch HERRMANN aus *Calycanthus floridus* ein Glycosid Calycanthin mit fluoreszierenden Eigenschaften dargestellt worden ist. Vermutlich ist dieser Körper der Träger der Fluoreszenz auch bei den übrigen Calycanthaceen. Ob das später aus *Calycanthus glaucus* isolierte Isocalycanthin[3]) sich an der Fluoreszenz beteiligt und ob dasselbe neben Calycanthin in den Geweben der anderen Arten auftritt, bedarf noch der Untersuchung.

Vergleicht man die Stärke der Lichterscheinung bei *Fraxinus* mit *Calycanthus* bzw. *Chimonanthus* bei Verwendung gleicher Gewichtsteile Rindensubstanz, so fällt der im allgemeinen bedeutend stärkere Lichteffekt bei erstgenannter Gattung auf. Auch sind die fluoreszierenden Stoffe bei *Calycanthus* und *Chimonanthus* nur auf die ältere Rinde beschränkt. Das Blau des Wasserauszuges der *Calycanthus*rinde fällt dabei erheblich dunkler aus wie beispielsweise bei der Ornus-Gruppe der Gattung *Fraxinus*.

Zur weiteren Vervollständigung der HARMSschen Liste mögen folgende, zufällig in der Literatur gefundene Daten über Fluoreszenzvermögen pflanzlicher Stoffe nachgetragen werden.

P. SUAREZ[4]) erwähnt eine in *Zea Mays* L. vorkommende himmelblau fluoreszierende Substanz, welche Zeochin genannt wird; nach C. WEHMER[5]) enthalten junge Zweige von *Olea europaea* L. gleichfalls einen blau fluoreszierenden Körper (Glycosid). Zu der letzten Angabe kann ich bemerken, daß weder im Herbarium konserviertes Material noch frische Zweige vom Ölbaum aus unserm Gewächshause Fluoreszenzerscheinungen hervorriefen.

---

1) F. CZAPEK, Biochem. d. Pfl. II (1905) 602.

2) C. WEHMER, Pflanzenstoffe (1911) 215.

3) C. WEHMER, l. c. 804.

4) P. SUAREZ, Über Maisernährung in Beziehung zur Pellagrafrage, in Biochem. Ztschr. LXXVII (1916) 17.

5) C. WEHMER, l. c. 600.

10. Einar Naumann: Eine einfache Methode zum Nachweis bezw. Einsammeln der Eisenbakterien.

(XXX. Mitteilung[1]) aus dem Limnologischen Laboratorium Aneboda b. Lamhult, Schweden.)

(Eingegangen am 21. Januar 1919.)

Seit mehreren Jahren habe ich mich bei meinen limnologischen Untersuchungen schwedischer Gewässer vor allem der „Eisenfrage" zugewandt. Wegen unserer Naturverhältnisse spielt nämlich das Eisen für bei uns weit verbreitete Seen- und überhaupt Gewässertypen eine sehr einschneidende Rolle. So sind ja vor allem die Seen Fennoskandias klassische Fundstätten für die See-Erzablagerungen, welche in der älteren Industrie eine ganz hervorragende Bedeutung erreichten. Siderophile Formationen spielen aber für die Physiognomie der limnischen Organismenwelt hier eine überhaupt oft charakterisierende Rolle.

Da ich aber zuerst vor mehreren Jahren das Studium dieser Formationstypen begann, schien mir vor allem eine wirklich leistungsfähige Technik zum Nachweis bezw. Einsammeln der bezügl. Organismen zu fehlen. Zwar könnte man überhaupt alles „Verdächtige" einsammeln: größere Flocken aus Eisenoxydhydrat, um Eisenbakterien von dem Typus *Chlamydothrix*, *Gallionella* usw. zu erhalten, weiter Blätter und Stengelteile allerlei Pflanzen, um den Standort der *Siderocapsa* besichtigen zu können usw. Dies schien mir aber ein wenig zu kompliziert, und vor allem — zu unsicher

Ich schlug deshalb einen ganz anderen Weg ein, um eine wirklich natürliche „Probenfläche" von allen unter den gegebenen ökologischen Verhältnissen entwickelungsfähigen Siderophilen zu erhalten. Da sich die hierbei ausgeprobte Methode während des Ganges meiner Untersuchungen als sehr leistungsfähig und zweckmäßig bewährt hat, werde ich im Folgenden kurz auf die Technik derselben hinweisen.

Um eine wirklich natürliche Probenfläche als Ausdruck der ökologischen Verhältnisse des Wassers zu erzielen, schien es mir

---

1) Die XXIX. Mitteilung erscheint 1919 in dem Jahrbuch der Schwed. Geolog. Landesanstalt.

sehr naheliegend, gewissermaßen eine Adhäsionskultur draußen in der freien Natur anzulegen. Ich versuchte deshalb eine derartige ganz einfach in der Weise zu erhalten, daß ich gereinigte Glasscheiben für einige Tage (evtl. länger) auf den betreffenden Lokalitäten aussetzte. Schon die ersten Versuche dieser Art, welche ich im Jahre 1914 in der Gegend von Aneboda machte, zeigten vollauf das richtige in dem gewählten Prinzip: Die „exponierten" Glasscheiben ergaben nämlich bei mikroskopischer Untersuchung eine sehr schöne flächenhaft ausgebreitete Formation aller unserer siderophilen Organismen. Tatsächlich kann eine derartige unter natürlichen Verhältnissen gewonnene Probenfläche in technischer Hinsicht auch den besten im Laboratorium angelegten Adhäsionskulturen von Hefen und Pilzen — wie ich sie z. B. später im Laboratorium P. LINDNERs am Institut für Gährungsgewerbe in Berlin gesehen habe — zur Seite gestellt werden.

Was übrigens die nähere Technik meines Verfahrens — das ich später bei Aneboda in verschiedenen Richtungen weiter ausgebildet habe — betrifft, so ist sie ja so einfach, daß sie kaum eine weitere Auseinandersetzung braucht. Es ist aber darauf zu achten, daß selbstverständlich die Glasplatten in verschiedenen Gewässern eine wechselnde Exposition brauchen, um die Entwickelung der siderophilen Formation in den untersuchungstechnisch vorteilhaften Grenzen zu halten. Wenn erforderlich, müssen die Gläser auf den Lokalitäten in geeigneter Lage durch Flotheure gehalten werden. Handelt es sich um die Untersuchung von Wasserleitungen — wobei, nebenbei gesagt, eben diese Glasscheibenmethode mir ganz Vortreffliches geleistet hat — werden sie unter ruhig fließenden Hähnen in möglichst staubfreien Lokalen aufgestellt. Es ist selbstverständlich immer zu bemerken, daß jede Fixierung derselben mit indifferentem Metalldraht (also nicht Eisen!) vorgenommen werden muß. Was endlich die Beschaffenheit der Gläser betrifft, so können sehr wohl gewöhnliche Objektträger hierfür benutzt werden. Wünscht man eine größere Probenfläche, nimmt man z. B. alte gereinigte Photographieplatten, etwa vom Format 9 × 12, die dann entzweigeschnitten werden usw. Oder man braucht Platten des Formats 8 × 8, die sich z. B. dann auch sehr vortrefflich dafür eignen, um die makroskopische Physiognomie der entwickelten Formation durch gewöhnliche Projektion vorzuführen usw.

* * *

Diese Methode zum Nachweis und Einsammeln der siderophilen Formationen — welche ich kurz als die Glasscheibenmethode

bezeichnen möchte[1]) — kann selbstverständlich auch für andere mikrobiologische Untersuchungen verwertet werden und läßt sich auch sehr wohl weiter quantitativ ausbauen. Sie kann auch weiter als Grundlage späterer im Laboratorium durchzuführender Versuche nach dem Typ gewöhnlicher Adhäsionskulturen[2]) gebraucht werden. Für meinen Teil habe ich indessen dieselbe vor allem für Untersuchungen über die siderophilen Organismen unserer Gewässer verwertet. Über das Ergebnis derselben in Anbetracht der Morphologie und Ökologie der Eisenorganismen gedenke ich später eine ausführliche Publikation erscheinen zu lassen.

Lund, Botan. Institut der Universität, Januar 1919.

1) Man vergl. hierzu übrigens auch die alte „Deckglasmethode", wobei die verschiedenen Organismen des Oberflächenhäutchens durch Auflegen eines Deckglases eingesammelt werden. Dies ist ja aber eigentlich eine Einsammlungs-, keine Kulturmethode. Sie kann aber selbstverständlich mit großem Vorteil auch dahin ausgebaut werden.

2) Betreffs der Technik diesbez. Untersuchungen verweise ich auf die große Arbeit P. LINDNERs Mikroskopische Betriebskontrolle in den Gährungsgewerben. Nebst Atlas. Berlin 1909.

II. Einar Naumann: Über den „Acaroides"-Typus einiger Diatomeen des sternförmigen Bautypus.

(Mit 3 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 21. Januar 1919.)

Im Jahre 1903 beschrieb E. LEMMERMANN[1]) eine sehr sonderbar gestaltete Form der Gattung *Asterionella*, die er als var. *acaroides* unter der Art *A. formosa* einordnete. Ihr Hauptcharakteristikum liegt in den gebogenen Einzelzellen, welche den Kolonien ein überhaupt sehr abenteuerliches Aussehen verleihen.

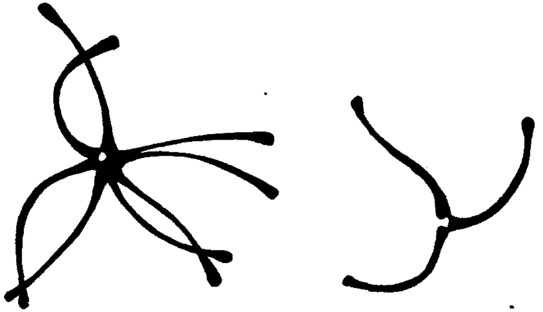


Abb. 1. *Asterionella formosa* var. *acaroides* Lemm. — Nach LEMMERMANN 1903.

LEMMERMANNS Beschreibung ist auf im Jahre 1890 im Dämeritz-See gefischtem Material begründet. Die neue Form scheint aber, nach der späteren limnologischen Literatur zu beurteilen, eine sehr ausgesprochene Seltenheit darzustellen.

Existieren aber überhaupt derartige „*Acaroides*-Typen" auch in der freien Natur? Diese Frage dürfte in der Tat noch nicht als einwandfrei erwiesen gelten können.

Ich bin zu dieser allerdings beim ersten Ansehen gewiß etwas kühn klingenden Auffassung durch die ganz zufällige Beobachtung eines ganz ähnlichen Falles betreffs *Diatoma elongatum* gekommen.

1) S. Zeitschrift f. Fischerei, Bd. XI, 1903.

Es wurde nämlich hier von mir im Jahre 1917 beim Bearbeiten einiger älterer Planktonproben eine sehr interessante „*Forma acaroides*" beobachtet, die sich aber beim näheren Nachsehen ohne weiteres als ein durch die Arbeitstechnik bedingtes Artefakt enthüllte. Da mir dieser Fall von einer gewissen prinzipiellen Bedeutung zu sein scheint, soll er hier in aller Kürze referiert werden.

Die Sache verhält sich folgendermaßen. Im Jahre 1915 entnahm ich (am 23. 6.) der Havel bei der Pfaueninsel einige Netzproben und gleichzeitig einige direkt geschöpfte Wasserproben.

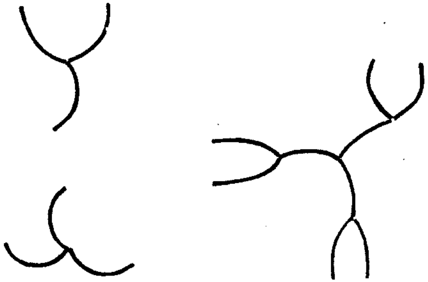


Abb. 2. „Acaroides"-Typus der *Diatoma elongatum* aus der Spree 23. 6. 1915. Links zwei Vertreter der häufigsten Sternkolonien; rechts eine kleine Kette aus ähnlichen Einzelkolonien aufgebaut.

Beide wurden wie gewöhnlich mit Formalin konserviert. Die *Diatoma* war als Stern- und Zick-Zack-Kolonien in beiden reichlich (mehrere Hunderte pro Kubikzentimeter) vertreten. Bei Durchmusterung derselben Proben im Frühling 1917 zeigten die Kolonien der erstgenannten Probe noch eine ganz normale Physiognomie, die der letztgenannten waren hingegen beinahe quantitativ in einen sehr auffälligen *Acaroides*-Typus übergegangen! Da ich meine Bearbeitung mit der letztgenannten Probe begann, war ich selbstverständlich von dem Auffinden einer ganz neuen Form der *Diatoma tenue* vollauf überzeugt, in der ich auch eine interessante Konvergenz zu *Asterionella formosa* var. *acaroides* Lemm. erblicken möchte. Das Ergebnis des späteren Ver-

gleichs mit der gleichzeitig genommenen Netzprobe kann aber natürlich nur in einer Weise erklärt werden: daß der *Acaroides*-Typus von *Diatoma tenue* hier nichts anderes als ein Artefakt darstellt.

In welcher Weise ist dies aber näher zu verstehen? Selbstverständlich kann diese Frage hier nur mit einem gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit beantwortet werden. Ich stelle mir aber vor, daß der *Acaroides*-Typus ein sehr frühzeitiges Stadium des Kollapses der Zellen darstellt und daß dies hier durch das lange Aufbewahren von verhältnismäßig geringem Material in reichlich vom Wasser gefördert worden ist. Es handelte sich ja nämlich hier um

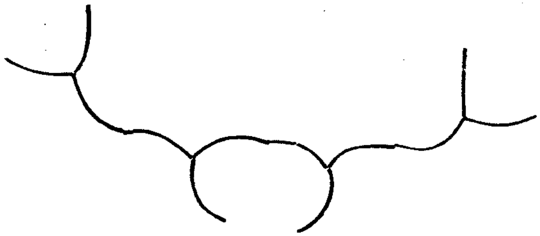


Abb. 3. Acaroides-Typus der *Diatoma elongatum* aus der Spree 23. 6. 1915. Eine große Kettenkolonie, aus dreistrahligen Sternen aufgebaut.

eine direkte Wasserprobe. Die Netzprobe mit ihrem im Verhältnis zum Wasser sehr reichlichen Diatomeenmaterial zeigte aber keine Spur einer beginnenden Auflösung der Zellen. Daß es sich hier wirklich um eine Auflösung des Kieselpanzers handelt, muß unter allen Umständen als erwiesen gelten, denn die feinere Struktur ist auf den Zellen der Netzprobe sehr hübsch zu erblicken, fehlt aber denen der direkten Probe gänzlich.

Nach dem hier Mitgeteilten ist es somit sicher, daß *Acaroides*-Formen der *Diatoma tenue* als reine Artefakte aufgefunden werden können. Ob dazu auch in der lebenden Natur derartige Formen auftreten können, bleibt allerdings noch zu untersuchen. Nach dem oben Angeführten dürfte diesem Ergebnis eine gewisse prinzipielle Bedeutung zuzuerkennen sein. Der Fall *Asterionella formosa* var. *acaroides* ist ja nämlich ganz analog, und alle Wahrscheinlichkeit

dürfte in der Richtung sprechen, daß auch diese Form als ein reines Artefakt hervorgehen kann. Ob sie außerdem auch wirklich in der Natur auftritt, bleibt auch hier noch zu untersuchen.

Ich möchte diese Zeilen mit einem Hinweis auf einige hiermit gewissermaßen im Zusammenhang stehende, noch nicht hinreichend bemerkte Fragen der Seenkunde abschließen. Es ist bekannt, daß die Auflösung der abgestorbenen Planktonformen z. T. schon während des Zubodenfallens rege hervortritt: mehrere erreichen niemals den Boden, andere nur als Skelettfragmente. Die zarteren Diatomeen gehören schon in verhältnismäßig seichteren Seen der ersten Gruppe an. Der nähere Gang dieses Auflösungsprozesses ist aber noch so gut wie völlig unbekannt. Nach dem oben Angeführten dürfte es aber wohl als ziemlich wahrscheinlich bezeichnet werden können, daß die Auflösung gewisser Diatomeen hier auch mit einem Auftreten der „*Acaroides*-Formen“ verbunden ist. Diese Fragen — die ja in letzter Hand mit dem bedeutungsvollen Problem über den Kreislauf des Kiesels in unseren Seen verknüpft sind — dürften deshalb in der Zukunft einem eingehenderen Interesse von Seiten der Limnologen verdienen.

Lund, Botanisches Institut der Universität, im Dezember 1918.

12. J. Weese: Über die Gattungen Melanops Nitschke und Thuemenia Rehm.

(Eingegangen am 29. Januar 1919.)

L. FUCKEL hat im Jahre 1869 die von TH. NITSCHKE auf *Dothidea melanops* Tulasne begründete Gattung *Melanops* mit einigen kurzen Angaben (Symbolae Mycologicae, Wiesbaden, p. 225) veröffentlicht. Die Grundart dieser Gattung ist somit *Melanops Tulasnei* Nke. (Syn.: *Dothidea melanops* Tul. in Compt. rend. acad. sc., Paris, 1856, vol. 42; p. 705 u. Annal. sc. nat., IV. sér., tome 5, 1856, p. 116; Selecta fung. carpol., II., 1863, p. 73—75, tab. X.) und einzig und allein dieser Pilz bestimmt den Gattungscharakter. FUCKEL selbst hat zwar auch drei *Melanops*-Arten aufgestellt, doch können diese aus Gründen, die gleich mitgeteilt werden sollen, nicht zur Feststellung der Grundeigenschaften besagter Gattung herangezogen werden.

Die erste unmittelbar an *Melanops Tulasnei* Nke. angereihte und gleichzeitig mit diesem Pilz veröffentlichte Art, und zwar *M. mirabilis* Fuck. (auf einer bei Genf gesammelten *Cytospora* aufsitzend), betrachtet nämlich FUCKEL als den Vertreter einer eigenen Gattung, die er aber wegen des ihm in zu geringen Mengen zur Verfügung stehenden Materials nicht aufzustellen wagte und die er nur als der Gattung *Melanops* am nächsten verwandt bezeichnet. REHM (Annales Mycologici, IV., 1906, p. 474) vermutet unter diesem unbekannten Pilz einen Diskomyzeten. Jedenfalls ist *M. mirabilis* Fuck. bis zur Untersuchung von Originalmaterial, die allerdings in diesem Falle nach den Angaben FUCKELs über die ungenügende Menge der Aufsammlung kaum viel Aussicht auf erfolgreiche Verwirklichung hat, ein bezüglich seiner systematischen Stellung höchst zweifelhafter Pilz.

Die zweite von FUCKEL begründete Art *M. aterrima* Fuck. (auf dürrer Rinde von *Ulmus campestris*; Exsikkat: Fungi rhen. Nr. 1828) ist nur ein Konidienpilz, der nach REHM (Annales Mycologici, X., 1912, p. 391) möglicherweise zu *Botryosphaeria prunicola* Rehm gehören könnte.

Die dritte von FUCKEL im Jahre 1873 beschriebene Spezies *M. ferruginea* Fuck. (Symb. mycol., II. Nachtrag, 1873, p. 40), die auf faulenden Stämmen von *Alnus glutinosa* bei Neuchâtel von

MORTHIER gefunden wurde und die nach dem Autor durch die Stromabildung von den übrigen Gliedern der Gattung *Melanops* Nke. sehr abweichen soll, stellt nach JACZEWSKI (Bulletin de l'Herbier Boissier, 1894, p. 421) infolge der hyalinen und mauerförmigen Sporen und des eigenartigen Stromas eine eigene neue Gattung dar, die er *Chailletia* Jacz. nennt. Daß der Pilz mit *Botryosphaeria* Sacc., wohin ihn SACCARDO stellte, nichts zu tun hat, hat bereits WINTER (Die Pilze, II, p. 802) festgestellt. SACCARDO hat von *Chailletia* Jaczewski gar keine Notiz genommen, obwohl diese Gattung sich mit seiner Untergattung *Melogrammella* Sacc. (Syll. I., 1882, p. 465), deren Grundart *Botryosphaeria* (*Melanops*) *ferruginea* (Fuck.) ist, vollständig deckt, woraus wieder hervorgeht, daß die Verwendung eines neuen, in diesem Falle allerdings bereits früher (von DE CANDOLLE und von KARSTEN) verwendeten Namens hätte vermieden werden können, wenn man die angeführte Untergattung mit einer neuen Umgrenzung zur Gattung erhoben hätte. Soweit man es aus der Beschreibung von *Chailletia ferruginea* (Fuck.) Jacz. entnehmen kann, kämen als systematisch nahestehende Genera nur die Gattungen *Clethridium* Sacc. (zuerst Untergattung von *Fenestella* Tul. in Syll. II., 1883, p. 332, dann Gattung in Syll. XI., 1895, p. 350) und *Thyridella* Sacc. (Syll. XI., 1895, p. 351) mit *Thyridella Colliculus* (Cooke) Sacc. (Trans. Roy. Soc. Edinb., 1887, p. 391) und nicht *Thyridium Philadelphi* Rich. (1889) als Typus in Betracht. Da *Chletridium* Sacc. als mit *Diaporthe* zusammenfallend (siehe BERLESE, Icon. Fung., II., 1900, p. 80) ausscheidet, so bleibt nur die 1895 begründete *Thyridella* Sacc. übrig, die möglicherweise mit *Chailletia* Jacz. identisch sein könnte. Ohne Untersuchung eines von MORTHIER gesammelten Originalexemplars der jedenfalls merkwürdigen und anscheinend seither auch nicht wieder gefundenen *Chailletia ferruginea* (Fuck.) Jacz. läßt sich jedoch nichts Sicheres aussagen.

Aus den jetzt gegebenen Darlegungen über die drei von FUCKEL aufgestellten *Melanops*-Arten geht nun wohl unwiderleglich hervor, daß zur Ableitung der Gattungseigenschaften von *Melanops* Nke. nur die einzige von NITSCHKE benannte, beziehungsweise (auch nach unseren jetzigen Nomenklaturregeln, siehe Art. 55), rechtmäßig umbenannte Art *M. Tulasnei* Nke. verwertet werden könne.

P. A. SACCARDO hat im I. Band seiner „Sylloge Fungorum" (1882, p. 456) die von NITSCHKE zu seinen Melogrammeen gestellte Gattung *Melanops* Nke. als Synonym von *Botryosphaeria* Cesati et de Notaris ex parte bezeichnet und hat *Melanops Tulasnei* Nke., *M. aterrima* Fuck. und *M. ferruginea* Fuck. zu dieser Gattung gezogen.

Botryosphaeria Ces. et de Not. wurde in „Schema di classificazione degli Sferiacei italici aschigeri" (Commentario della societa crittogamologica italiana, I., Nr. 4, pag. 211—213) im Jahre 1863 von V. CESATI und G. DE NOTARIS begründet. Die unter den fünfzehn von den beiden Autoren aufgezählten *Botryosphaeria*-Arten an erster Stelle genannte Spezies ist *Botryosphaeria pulicaris* (Fr.) Ces. et de Not. (= *Gibbera pulicaris* Fries, Summa Veget. Scand., 1849, p. 402; *Sphaeria pulicaris* Fr. in Fries Syst. II., 1823, p. 417) und diese nun als *Gibberella pulicaris* (Fr.) Sacc. bekannte Hypocreacee ist somit als die Typusart der Gattung *Botryosphaeria* Ces. et de Not. zu betrachten. Die weiteren als Vertreter der eben genannten Gattung bezeichneten Arten sind der Reihenfolge nach *B. syconophila* Ces. et de Not., *B. polycocca* (Mont.) Ces. et de Not., *B. moricola* Ces. et de Not., *B advena* Ces. et de Not., *B. Dothidea* (Moug.) Ces. et de Not., *B. rhizomatum* Ces. et de Not., *B. populina* (Pers.) Ces. et de Not., *B. juglandis* (Mont.) Ces. et de Not., weiters *Sphaeria Dulcamarae* Schmidt, *Sph. polita* Fries, *Sph. rhagadiola* Fries, *Sph. morbosa* Schweinitz, *Sph. agglomerata* Persoon und *Gibbera oppilata* Fries.

Die nun eben gegebene Liste von *Botryosphaeria*-Arten zeigt nun ganz deutlich, daß CESATI und DE NOTARIS in ihrer Gattung systematisch ganz Verschiedenartiges zusammenfassen. Neben hypocrealen Pilzen finden wir sphaeriale, bezw. dothideale und sogar bloße Nebenfruchtformen werden hier angeführt. Eine so heterogene Elemente enthaltende Gattung kann selbstverständlich auf die Dauer nicht aufrecht erhalten werden und muß in phylogenetisch einheitliche Gruppen zerlegt werden. Eine solche Zerlegung hat P. A. SACCARDO bereits im Jahre 1877 in einer Notiz zu *Botryosphaeria advena* Ces. et de Not. in Michelia I., p. 42—43, durchgeführt. Der genannte Mykologe unterscheidet: I. *Botryosphaeria:* perithecii contextu rigidulo, fuligineo-atro; sporidiis ex ovato rhomboideis hyalinis continuis (num matura septata fiant, iterum dubito). Huc *B. Bérengeriana* DNtrs., *B. advena* Ces., *B. pustulata* Sacc. etc. — II. *Giberella* n. g.: perithecii contestu molliusculo amoene cyaneo vel violaceo; sporidiis ex ovoideo fusoideis, 3-pluriseptatis, subhyalinis. Huc *G. pulicaris* (Fr.). — III. *Lisea* n. g.: peritheciis praecedentis; sporidiis didymis, subhyalinis. Huc *L. nemorosa* Sacc., *L. Vitis* (Niessl). *Giberella* (die richtige Schreibweise *Gibberella* finden wir bei SACCARDO erst in Michelia I., 1878, p. 317) und *Lisea* stellt SACCARDO zu den Hypocreaceen, *Botryosphaeria* zu den Sphaeriaceen.

Der bisherige Typus der Gattung *Botryosphaeria* Ces. et de Not., die *Gibbera pulicaris* Fries, wurde nun durch die Zerlegung zum Typus

der neuen Gattung *Gibberella* Sacc., während *B. Berengeriana* de Not. zum Typus der Gattung *Botryosphaeria* im Sinne von SACCARDO wurde. Durch diesen merkwürdigen Vorgang wurde also die bisherige Grundart von *Botryosphaeria* Ces. et de Not. vollständig aus der gleichbenannten, neu umgrenzten Gattung ausgeschieden.

Da nun aber nach den Angaben über die blaugraue Farbe der Fruchtkörper und über die mehr oder weniger deutliche Vierzelligkeit der Schlauchsporen *Botryosphaeria pulicaris* (Fr.) Ces. et de Not. sowie die unter den weiteren 14 aufgezählten *Botryosphaeria*-Arten noch enthaltenen Hypocreaceen noch am meisten der Gattungsdiagnose entsprechen und da DE NOTARIS in „Sferiacei Italici" (Cent. I., Fasc. 2, Genova, 1863, p. 82) ausdrücklich sagt: „Una specie di parallelismo esiste tra le *Botryosphaeria* e le Nectria" und auch erwähnt, daß die reifen Sporen von *Botryosphaeria* zwei- oder vierzellig sein müssen, so kann man mit dem gänzlich ungerechtfertigten Vorgang SACCARDOS bei der Gattungsaufteilung, durch den sphaeriale, bezw. dothideale Pilze mit einzelligen Schlauchsporen zu *Botryosphaeria* wurden, unter keinen Bedingungen einverstanden sein und muß auf der richtigen und natürlichen Zerlegung der alten Gattung *Botryosphaeria* Ces. et de Not. und auf der Verwendung des Namens *Botryosphaeria* für die nun als *Gibberella* bezeichneten Hypocreaceen bestehen. Eine ausführlichere Darlegung der Gründe, die mich bewegen, *Gibbera pulicaris* Fries als Typus der Gattung *Botryosphaeria* Ces. et de Not. anzusehen, werde ich in der 2. Mitteilung meiner „Beiträge zur Kenntnis der Hypocreaceen" (Sitzungsber. Akad. d. Wissensch. Wien, math.- natw. Kl., Bd. 1919) geben.

F. THEISSEN und H. SYDOW haben in den letzten Jahren mehrmals darauf hingewiesen (Annales Mycologici, XIII., 1915, p. 661; XIV., 1916, p. 297; XV., 1917, p. 395), daß SACCARDO bei der Aufteilung der Gattung *Botryosphaeria* Ces. et de Not. nicht richtig vorgegangen sei, da der Name *Botryosphaeria* für die an erster Stelle genannte *Botryosphaeria pulicaris* (Fr.) hätte beibehalten werden müssen. Wollte man jetzt nachträglich eine Richtigstellung durchführen, so wäre nach der Meinung der beiden genannten Forscher die Umbenennung der heutigen *Gibberella*-Arten in *Botryosphaeria*-Species und die Wahl eines neuen Namens für *Botryosphaeria* im Sinne SACCARDOS notwendig. Eine solche Umwälzung wollen sie aber vermeiden und behalten daher die Gattungen *Gibberella* und *Botryosphaeria* in der Auffassung SACCARDOS bei. „Eine sklavische Befolgung der Prioritätsregeln" würde in diesem Falle, ihrer Ansicht nach, zu „einem Absurdum, zu vollständig unannehmbaren Folgerungen" führen.

Dieser letztangeführten Auffassung kann ich nun keinesfalls

zustimmen. SACCARDO ist hier unrichtig und ganz willkürlich vorgegangen; er hat sich weder um die Typusart der Gattung *Botryosphaeria* Ces. et de Not., noch um die Angaben in der Gattungsdiagnose gekümmert und infolgedessen erscheint es mir im Interesse einer sicheren Nomenklatur geradezu notwendig, daraus die Folgerungen zu ziehen und die durch SACCARDO herbeigeführte unhaltbare *Botryosphaeria*-Lage zu beseitigen. Uebrigens war schon sechs Jahre vor SACCARDOS Aufteilung der Gattung *Botryosphaeria* Ces. et de Not. durch GUSTAV v. NIESSLS richtige und einwandfreie Charakteristik der genannten Gattung und durch Aufzählung von acht hierher gehörigen Arten die *Botryosphaeria*-Frage ziemlich gelöst und es ist unbegreiflich, warum dann SACCARDO nicht den bereits vorgezeichneten, sondern gerade den verkehrten, zur jetzigen Verwirrung führenden Weg weiterschritt, zumal es aus einigen Zitaten deutlich hervorgeht, daß er die hier in Betracht kommende Arbeit v. NIESSLS („Beiträge zur Kenntnis der Pilze" in Verhandl. naturf. Ver. Brünn, 1872, p. 153—217, 5 Taf.)[1]) sonst ganz gut kannte. Schwierigkeiten sind in Verfolgung dieses angeführten Zieles keine sonderlichen zu überwinden, denn an die Stelle von *Gibberella* Sacc. tritt ganz einfach wieder *Botryosphaeria* Ces. et de Not. und zwar im Sinne von NIESSL und WEESE und auch für die sphaeriale, bezw. dothideale Gattung *Botryosphaeria* Sacc. braucht kein neuer Name gewählt zu werden, wie THEISSEN und SYDOW annehmen, da sich nämlich die bereits 1869 aufgestellte und von SACCARDO zuerst zu einem bloßen Synonym herabgedrückte Gattung *Melanops* Nitschke vollständig mit *Botryosphaeria* Saccardo deckt. Der Typus der Gattung *Botryosphaeria* Sacc. ist *Botryosphaeria Berengeriana* de Notaris (Sferiacei Italici, Cent. I., Fasc. II., 1863, p. 82—83, tab. 90) und diese Art, die selbstverständlich nichts mit der zu den Hypocreaceen gehörenden Gattung *Botryosphaeria* Ces. et de Not. em. Niessl et Weese (Syn.: *Gibberella* Sacc.) zu tun hat, paßt vollständig in die Gattung *Melanops* Nke. THEISSEN und SYDOW bezeichnen zwar *Botryosphaeria Quercuum* (Schwein.) Sacc. (Synopsis Fung. Carol. sup., 1822, no. 125) als die Grundart von *Botryosphaeria* im Sinne SACCARDOS, doch richten sie sich dabei nach der Sylloge Fungorum und nicht nach der in diesem Falle allein maßgebenden Quelle (Michelia I., 1877, p. 42 und 43). Die bei SACCARDO hier an zweiter Stelle genannte *Botryosphaeria advena* Ces. et de Not. wird von FUCKEL direkt als Synonym der Typusart von *Melanops* Nke.

1) Über NIESSLS Charakteristik der Gattung *Botryosphaeria* und die Aufzählung von echt hierhergehörigen, von SACCARDO später zu *Gibberella* und *Lisea* gestellten Arten siehe diese treffliche Arbeit p. 193—198.

bezeichnet. Auf diese Angabe werde ich später noch einmal zurückkommen. Das eine steht nun aber für mich jedenfalls fest, daß *Botryosphaeria* Sacc. und *Melanops* Nke. zusammenfallen und daß mit der Wiedereinsetzung der Gattung *Melanops* Nke. in ihre alten Rechte und mit der daraus folgenden Umbenennung aller *Botryosphaeria*-Arten im SACCARDOschen Sinne in *Melanops*-Arten die *Botryosphaeria*-Frage eine rasche und endgültige Lösung findet.

Nun wird man mir aber vielleicht einwenden, daß man ja gar nicht einmal sicher wisse, was NITSCHKE und FUCKEL unter *Melanops Tulasnei* Nke. verstehen, da THEISSENS Untersuchung eines von NITSCHKE bei Münster auf *Quercus* gesammelten Exemplars dieses Pilzes aus FUCKELs Herbarium zu keinem zufriedenstellenden Resultat führte. Die von THEISSEN untersuchte angebliche *Botryosphaeria melanops* war nämlich überhaupt keine *Botryosphaeria*, sondern ein unreifer Pilz, der seiner Meinung nach eine junge *Endothia* sein könnte. Damit ist allerdings nur bewiesen, daß der gesuchte Pilz auf dem betreffenden Sammlungsstück nicht oder nicht mehr zu finden war. Über die Berechtigung oder Nichtberechtigung der Gattung *Melanops* ist dadurch aber nichts entschieden. Uebrigens bedürfen wir gar keiner Originalexemplare, um über die Eigenschaften von *Melanops Tulasnei* Nke. ins Klare zu kommen, da dieser Pilz als *Dothidea melanops* Tul. sowohl in der Hauptfruchtform als auch in den Nebenfruchtformen von L. R. und C. TULASNE genügend beschrieben und so glänzend abgebildet worden ist, daß über diesen Pilz keinerlei größere Zweifel bestehen können. Ich bin fest überzeugt, daß sowohl NITSCHKE als auch FUCKEL *Melanops Tulasnei* gründlich kannten und keinen anderen Pilz mit diesem verwechselten und daß es lediglich der Ausgabe ungünstigen Materiales zuzuschreiben ist, daß in zwei von mir untersuchten Stücken von *Melanops Tulasnei* Nke. aus FUCKEL, Fungi rhenani Nr. 2363 nicht der vorgenannte Pilz, sondern nur eine unreife *Pseudovalsa umbonata* (Tul.) Sacc. mit der nach v. HÖHNEL dazugehörenden *Stilbospora elevata* (Riess) v. Höhnel festgestellt werden konnte. Da FUCKEL (Symb. Myc., 1869, p. 225) selbst erwähnt, daß in Gesellschaft von (mit Schlauchsporen und mit Mikro- und Makrostylosporen ausgestatteten) Stromaten von *Melanops Tulasnei* Nke. auch *Stegonosporium elevatum* auftritt, so kann man wohl ganz beruhigt darüber sein, daß genannter Forscher eine zu letzterem Pilz gehörende unreife *Pseudovalsa* nicht mit der *Melanops*-Art verwechselte. Die Eigenschaften von *Melanops Tulasnei* Nke. stehen jedenfalls fest und diesen zufolge ist die von SACCARDO unrichtigerweise als *Botryosphaeria* bezeichnete Gattung auch nach SACCARDOS eigenen Angaben mit *Melanops* Nke. identisch.

SACCARDO führt allerdings in seiner Sylloge fungorum, II. Bd.,

1883, p. 231, noch eine Gattung *Melanops* Tulasne emend. Saccardo mit *Melanops mirabilis* Fuck. als Typus und einzigem Vertreter an. Da aber TULASNE keine Gattung *Melanops* aufgestellt hat, so beruht diese Angabe lediglich auf einem groben Irrtum. Mit *Melanops* Nke. kann *M. mirabilis* Fuck. nach den über diesen Pilz eingangs gegebenen Bemerkungen nicht in Verbindung gebracht werden, weshalb auch die bei WINTER (Pilze II., p. 810) angeführte Gattung *Melanops* Fuck. nicht mit *Melanops* Nke. identisch ist.

Um noch dem allenfalls möglichen Einwand zu begegnen, daß bei der Zerlegung der Gattung *Botryosphaeria* Ces. et de Not. SACCARDO den Namen *Botryosphaeria* für jene Gruppe von Arten beibehielt, die die größere Anzahl von Vertretern aufwies, will ich hier noch anführen, daß genannter Mykologe von den von CESATI und DE NOTARIS seinerzeit aufgezählten 15 Arten 4 Arten [*B. pulicaris* (Fr.), *polycocca* (Mont.), *moricola* Ces. et de Not. und *agglomerata* (Pers.)] zu *Gibberella* Sacc., 5 Arten [*B. syconophila* Ces. et de Not., *advena* Ces. et de Not., *Dothidea* (Moug.), *juglandis* (Mont.) und *polita* (Fr.)] zu *Botryosphaeria*, eine Art und zwar *B. populina* (Pers.) zu *Cryptosphaeria* Grev., weiters eine Art und zwar *B. Dulcamarae* (K. et Schm.) zu *Cucurbitaria* Fr., dann *B. morbosa* (Schwein.) zu *Plowrightia* Sacc. und *B. oppilata* (Fr.) zu *Stagonospora* Sacc. gestellt hat. Zu *Sphaeria rhagadiola* Fries, welcher Pilz überhaupt nicht beschrieben worden zu sein scheint, und zu *Botryosphaeria rhizomatum* Ces. et de Not. (Bot. Ztg. 1854, p. 188; RABENHORST, Herb. myc. I., n. 1839) hat SACCARDO nicht Stellung genommen. Letztgenannter Pilz ist nach TRAVERSO (Flora Ital. Crypt., Vol. II., Fasc. 2, 1907, p. 414), der ein Originalexemplar (auf Rhizomen von *Cynodon* und *Digitaria*) untersuchte und keine Schläuche fand, nur eine ganz zweifelhafte *Botryosphaeria*-Art[1]). Nach meiner Zusammenstellung stehen also fünf *Botryosphaeria*-Arten im Sinne SACCARDOS vier *Gibberella*-Arten gegenüber. Von diesen fünf *Botryosphaeria*-Arten fällt aber noch eine weg und zwar *B. polita* Fr., die nur ein Konidienpilz ist und die SACCARDO (Syll. III., 1884, p. 589) selbst zu *Rhabdospora* Mont. stellte. Die Zahl der Arten halten sich also das Gleichgewicht und es erscheint hiermit der allfällige Einwand, daß die sphaeriale, bezw. dothideale Hauptgruppe der Gattung gegenüber der hypocrealen an Vertretern bedeutend überwiege, vollständig erledigt. In neuerer Zeit haben übrigens die vier alten *Botryosphaeria*-Arten noch eine Verminderung dadurch erfahren, daß THEISSEN und SYDOW (Ann. Myc., XIII., 1915, p. 296) *Botryosphaeria Juglandis* (Mont.) Ces. et de Not. zu *Amerodothis* Theiß.

1) Selbstverständlich meint hier TRAVERSO eine *Botryosphaeria* im Sinne SACCARDOS.

et Syd. (l. c., p. 295) stellten und v. HÖHNEL *Botryosphaeria Dothidea* (Moug.) Ces. et de Not. bei *Catacauma* Theiß et Syd. (l. c., 1914, p. 280) einreihte (Ber. D. Bot. Gesellsch., 1918, p. 312).

THEISSEN und SYDOW wären geneigt, *Gibberella* und *Botryosphaeria* zu den in den Nomenklaturregeln vorgesehenen unbedingt beizubehaltenden Gattungen zu rechnen, bei denen man sich aus praktischen Gründen auch über das Prioritätsprinzip hinwegsetzen kann. Demgegenüber bemerke ich in aller Kürze, daß *nomina conservanda* für die Mykologie bisher noch nicht festgestellt worden sind.

Mit *Melanops* Nke. fällt die 1878 begründete Gattung *Thuemenia* Rehm (THUEMEN, Mycotheca univers., Nr. 971, 1878 mit Diagnose erschienen; „Flora", 1879, p. 123—124) vollständig zusammen, wie mir die mikroskopische Untersuchung eines Originalexemplars der Grundart *Thuemenia Wisteriae* Rehm (auf abgestorbenen Zweigen von *Wistaria chinensis* [*Kraunhia floribunda* (Willd.) Taub.,] Aiken, Nordamerika, 1878; leg. H. W. RAVENEL) deutlich zeigte. Die perithezienartigen Lokuli mit ihrer deutlichen und zierlichen Papille sind allerdings bei *Thuemenia* nur mit der unteren Hälfte oder dem unteren Drittel mit dem Basalstroma verwachsen, während sie bei *Melanops Tulasnei* Nke. ganz in das Stromagewebe eingesenkt erscheinen und nur mit einer wenig oder kaum hervorragenden, papillenförmigen Mündung versehen sind, doch stellt dieser Unterschied kein Merkmal dar, das die beiden Pilze gattungsverschieden erscheinen läßt, da der zweitgenannte Pilz in der Gattung *Melanops* einen mehr extremen Fall repräsentiert, von dem zahlreiche Uebergangsstufen zu jenen häufigen und typischen Formen führen, bei denen die Lokuli zur guten Hälfte freistehen oder sogar auf getrennten Stromastielen emporgehoben sind. Oft sind bei ein und derselben Art deutliche Übergänge zwischen freistehenden und mehr oder weniger eingesenkten Fruchtkörpern zu konstatieren. *Thuemenia* Sacc. paßt also vollständig in die Gattung *Melanops* Nke. Von der zweiten *Thuemenia*-Art *Th. valsarioides* Rehm in THUEMEN, Myc. univ. Nr. 2166, konnte ich leider keine reifen Exemplare untersuchen. SACCARDO (Syll. IX., p. 607) führt diesen Pilz unter dem falschen Namen *Winteria valsarioides* Rehm[1]) als Synonym von *B. subconnata* (Schwein.) Cooke an, welche Art nach THEISSEN (Ann. Myc., 1916, p. 316) samt dem genannten Synonym wieder mit *B. horizontalis* (B. et C.) Sacc. zusammenfallen soll.

---

1) SACCARDO stützt sich bei seiner Angabe auf COOKE (Grevillea, XIII, 1885, p. 101), der bei *Botryosphaeria subconnata* unbegreiflicherweise *Wisteria valsarioides* Rehm als Synonym anführt. SACCARDO hat nun den letzteren Namen in *Winteria valsarioides* verbessert, was indes auch nicht richtig ist. Erst in Sylloge Fung., XI., p. 296 finden wir den richtigen Namen.

Nach v. HÖHNEL (Sitzungsb. K. Ak. d. Wissensch., Wien, 1910, m.-n. Kl., I. Abt., p. 929) würde die von HENNINGS als Trichosphaeriacee betrachtete Gattung *Pilgeriella* P. Henn. (Hedwigia, 1900, p. [137]) eine *Botryosphaeria* im Sinne SACCARDOs darstellen. In neuester Zeit betrachtet der genannte Forscher *Pilgerella perisporioides* P. H. aber als mit den Capnodiaceen verwandt, die alle einen pseudophaerialen Perithezienkern aufweisen sollen. (Ber. D. Bot. Ges. 1918, p. 313.)

Die Gattung *Melanops* Nke. bezw. *Botryosphaeria* Sacc. wurde bisher meist zu den Sphaeriaceen oder Sphaeriales gestellt, so z. B. von SACCARDO (Michelia I., p. 43, Syll. Fung. I., p. 456), SCHROETER (Pilze Schlesiens, II., p. 454), LINDAU (ENGLER-PRANTL, Nat. Pflanzenf. I., 1., p. 477), REHM (Ann. Mycol., 1906, p. 474), TRAVERSO (Flora Ital. Crypt., I., 2., 1907, p. 408) usw. Bei TULASNE (Sel. Fung. carp. II., p. 73) steht jener Pilz, der die Grundart von *Melanops* Nke. darstellt, bei *Dothidea* Fr., ebenso finden wir bei FRIES und MONTAGNE zu *Melanops* gehörige Arten bei eben derselben Gattung. WINTER (Pilze, II., p. 800) hat zwar *Botryosphaeria* noch bei den Sphaeriaceen eingereiht, sagt aber ausdrücklich, daß diese Gattung sich sehr den typischen Dothideaceen nähert. v. HÖHNEL (Sitzungsber. K. Akad. d. Wissensch., math.-natw. Kl., Abt. I., 118. Bd., Wien 1909, p. 842) kam durch Untersuchung typischer *Botryosphaeria*-Arten im Sinne SACCARDOS zu dem bemerkenswerten Ergebnis, daß bei dieser Gattung eigene Perithezienwände, weiters typische Ostiola und Periphysen fehlen und daß stets nur askusführende Lokuli vorhanden sind, die die Schläuche in einem paraphysenartigen, aus etwas knorrigen, septierten, unregelmäßig verzweigten Hyphen bestehenden Plektenchym liegen haben. Nach genanntem Forscher wären die *Botryosphaeria*-Arten eigentlich Pseudosphaeriaceen; er faßte sie jedoch vorderhand nur als ein Verbindungsglied zwischen den Pseudosphaeriaceen, Myriangiaceen und Dothideaceen auf. THEISSEN und SYDOW haben dann (Annal. Myc., XIII., 1915, p. 662) *Botryosphaeria* acc. definitiv bei den Pseudosphaeriaceen eingereiht.

Die Gattung *Melanops* Nke. zeigt unstreitig deutliche Anklänge an die Pseudosphaeriaceen v. Höhn. Nimmt man aber diese charakteristische Familie in jenem Umfang an, wie er durch den Begründer v. HÖHNEL festgestellt wird, so kann man die genannte Gattung nicht als typische Pseudosphaeriacee betrachten, sondern muß sie in Uebereinstimmung mit v. HÖHNELS derzeitiger Ansicht zu den Dothideaceen stellen. Die Pseudosphaeriaceen stehen phylogenetisch tiefer als die Dothideales und die Sphaeriales und stellen möglicherweise eine der Wurzeln dar, aus denen sich diese entwickelt

haben können. Sie sind also wahrscheinlich die Anfangsglieder einer Entwicklungsreihe, die zu den genannten beiden Gruppen führt, und es ist daher sehr verständlich, daß es sowohl sphaeriale als auch dothideale Formen gibt, die mit den Pseudosphaeriaceen noch eine gewisse Uebereinstimmung zeigen, und daß somit für die Familie eine solche Umgrenzung festgestellt werden muß, nach der eben nur ganz typische, charakteristische Formen und nicht alle möglichen Uebergangsformen, die nur mehr oder weniger deutliche Anklänge an jene aufweisen, hier eingestellt werden können. Der Umfang der Pseudosphaeriaceen, wie er von THEISSEN und SYDOW angenommen wird, ist entschieden etwas zu weit, um eine gut charakterisierbare Gruppe von systematischem Werte zu ergeben, womit allerdings nicht behauptet werden soll, daß nach dem Vorgang der beiden genannten Forscher gerade nur Formen zusammengefaßt werden, die entwicklungsgeschichtlich gar keine Beziehungen aufweisen.

Nach dem Bau der Stromata und der Lokuli passen die *Melanops*-Arten sehr gut zu den Dothideaceen, wenn auch die meist recht charakteristische Mündungspapille, die mit hyalinen, in der Mitte häufig durch einen Kanal durchsetzten Füllgewebe versehen ist, etwas an die Sphaeriaceen erinnert. Die Pseudosphaeriaceen entbehren einer vorgebildeten Mündung und auch der Bau des Nukleus solcher Formen gleicht nicht dem, wie ihn die *Melanops*-Arten mit ihren ziemlich zahlreichen, relativ schmalen Aszi und ihren zellig gegliederten, dichtstehenden Paraphysen aufweisen. Die Gattung *Melanops* Nke. ist daher nach v. HÖHNEL ganz gut als ein Dothideacee mit einem stärker differenzierten Mündungsapparat aufzufassen. Eine ausführliche Darlegung v. HÖHNELS in dieser Frage wird in Zukunft uns wohl vollständige Aufklärung bringen.

Die Nebenfruchtformen der Gattung *Melanops* gehören nach dem derzeitigen Stande unseres Wissens in die Gattungen *Dothiorella* Sacc. char. emend. v. Höhnel (Michelia, II., 1880, p. 5; Hedwigia, 60., 1918, p. 173) und *Leptodothiorella* v. H. Genaueres über diese beiden Gattungen ist in v. HÖHNELS grundlegender Arbeit in „Hedwigia", 60., 1918, p. 172—182 zu ersehen.

Nun zum Schluß seien noch eine Anzahl in die Gattung *Melanops* gehöriger Arten hier kurz aufgezählt. Eine Revision derselben war meinerseits nicht möglich, doch hat uns schon früher THEISSEN in einer interessanten Studie über die Morphologie und Systematik der Gattung *Botryosphaeria* (Ann. Myc., XIV., 1916, p. 297—340) in dieser Hinsicht wertvolle Ergebnisse bekanntgegeben. Auch hat THEISSEN eine Gliederung der Gattung nach der makroskopischen

Ausbildung des Stromas vorgenommen, nach einem Merkmal also, das aber durch die Natur der Unterlage wesentlich beeinflußt wird.

Melanops Tulasnei Nitschke (FUCKEL, Symb. Myc., 1869, p. 225) = *Dothidea melanops* Tul. (Ann. sc. nat. IV. sér., t. V, 1856, p. 116). Nach FUCKEL (l. c.) soll mit dieser Art *Dothidea advena* Ces. = *Botryosphaeria advena* Ces. et de Not. (Schema sferiac. 1863, p. 38) zusammenfallen. *Melanops advena* (Ces.) Weese ist aber nach einem in RABENHORST, Fungi europaei Nr. 546 als *Dothidea advena* Ces. ausgegebenen, allerdings nicht ganz reifen Originalexemplar mit *M. Tulasnei* sicher nicht identisch. WINTER (Pilze, II., p. 801) vertritt in Uebereinstimmung mit NIESSL dieselbe Ansicht und stützt sich hierbei auf von AUERSWALD und von NIESSL gesammelte Exemplare von *M. Tulasnei*, deren Authentizität allerdings von THEISSEN stark in Zweifel gezogen wird. Ich habe aber durch die große Güte des Herrn Hofrates Prof. Dr. G. v. NIESSL sein gesamtes diesbezügliches Herbarmaterial untersuchen können, unter dem sich auch AUERSWALDs *Dothidea dimorpha* Awld. befand, und überzeugte mich von der Uebereinstimmung dieser Exemplare mit TULASNES herrlichen Abbildungen von *Dothidea melanops* Tul. (Selecta Fung. Carp., II., tab. X.), wenn auch TULASNE die Paraphysen seines Pilzes etwas zu schematisch fadenförmig gezeichnet hat. Für mich ist es daher sicher, daß *M. Tulasnei* Nke. und *M. advena* voneinander gänzlich verschieden sind; *Melanops Tulasnei* in DE THÜMEN, Mycotheca universalis 1159 (auf *Psedera quinquefolia* (L.) Greene, Parma; 1875, leg. PASSERINI) fällt allerdings mit *M. advena* (Ces.) Ws. zusammen, ist aber unrichtig bestimmt.

Nach TRAVERSO (Flora Ital. Crypt. I., Fasc. 2., 1907) würde *M. advena* mit *M. Berengeriana* (de Not.) (Sfer. ital., 1863, p. 82, tab. 90) zusammenfallen und auch *M. juglandina* (de Not.) (l. c., p. 82, tab. 89) und *Dothidea moricola* Cooke et Ellis (Grevillea V., 1877, p. 95; THEISSEN und SYDOW in Ann. Myc. XIII., 1915, p. 293, bei *Bagnisiopsis* Th. et Syd.; in Ann. Myc., 1918, p. 16 wieder bei *Botryosphaeria* Sacc.) sollen hierher gehören. In diesem Falle würde *M. advena* (Ces.) Weese die Priorität genießen. *Botryosphaeria juglandina* de Not. ist nach einem von mir untersuchten Originalexemplar eine gute *Melanops*-Art. Ob *Amerodothis Juglandis* (Mont.) Theiß. et Syd. (MONTAGNE, Plant. cell., Cent. VIII., 1859, p. 126 sub *Dothidea*; sub *Amerodothis* in Ann. Myc., XIII., 1915, p. 296) derselbe Pilz ist, was SACCARDO (Syll. I., p. 457) behauptet, vermag ich ohne Originalmaterial nicht zu entscheiden. v. HÖHNEL (Hedwigia, 60., 1918, p. 175) faßt *Physalospora gregaria* Sacc. (Fungi ital., 1878—79,

tab. 432 sub *Botryosphaeria*; Michelia I., 1879, p. 491, 506) nur als stromalose Form von *Melanops Berengeriana* (de Not.) Wse. auf.

Melanops sycophila (Dur et Mont.) Wse. (Flore d'Algérie, 1846—49, p. 545 sub *Dothidea*). Syn.: *Sphaeria syconophila* de Not. (Micromyc. ital. VI., 1853, p. 6). Nach THEISSEN (Ann. Myc., XIV., 1916, p. 320) wäre dieser Pilz mit dem nächsten identisch. Die Namenskombination *Botryosphaeria syconophila* (de Not.) Ces. et de Not. bei SACCARDO (Syll. I., p. 461) und bei THEISSEN (l. c.) ist unrichtig, da der Pilz von DURIEU und MONTAGNE, der den Speziesnamen *sycophila* und nicht *syconophila* führt, die Priorität genießt.

Melanops Delilei (Dur. et Mont.) Wse. (Flore d'Alg., 1846—49, p. 546 sub *Dothidea*). TRAVERSO (l. c.) faßt diese Art nur als Form von *M. Berengeriana* auf, was allerdings gegen das Prioritätsrecht des erstgenannten Pilzes verstoßen würde. Jedenfalls werden erst eingehende Untersuchungen an Originalmaterial hier endgültige Klarheit schaffen können. Wären die Angaben über das Zusammenfallen der in den vorhergehenden zwei Absätzen genannten Pilze und die letztangeführte Ansicht TRAVERSOS richtig, so würde *Melanops sycophila* (Dur. et Mont.) Wse. der älteste Name sein.

M. Castaneae (Schw.) Wse. (Syn. Fg. Carol. sup., 1822, no. 124 sub *Sphaeria*).

M. Quercuum (Schw.) Wse. (Syn. Fg. Carol., 1822, no. 125 sub *Sphaeria*). ELLIS und EVERHART (North Am. Pyren. 1892, p. 543) bezeichnen den Pilz als *Botryosphaeria fuliginosa* (M. et N.) Ell.[1]) (Proc. Acad. Nat. Sci. Phil., 1879, p. 66) und ziehen *M. Calycanthi* (Schwein.) (Syn. Fg. Carol. 1822, p. 126 sub *Sphaeria*), *M. ambigua* (Schwein.) (Syn. F. Am. bor. 1834, no. 1442 sub *Sph.*), *Sph. Persimmons* Schw. (l. c., 1444), *M. Syringae* (Schw.) (l. c., no. 1667), *M. pyriospora* (Ellis.) (Bull. Torr. Bot. Cl., V. 1874, p. 46 sub *Sph.*), *M. venenata* (C. et E.) (Grevillea, V., 1877, p. 95; THEISSEN stellt den Pilz zu *M. ambigua*), *M. Tamaricis* (Cooke) (Grevillea, XI., 1883, p. 108). *M. Cerasi* (Cke. et Ell.) (Grev., V., 1876, p. 34 sub *Dothidea*), *M. Wisteriae* (Rehm) Wse. (THÜMEN, Myc. univ., 1878, Nr. 971), *M. Callicarpae* (Cooke.) (Grev., XIII., 1885, p. 101), *M. Berengeriana* (de Not.) *M. moricola* (Ck. et Ell.) (Grev., V., p. 95), *Physalospora pustulata* Sacc. (Fg. ven. novi v. crit., Ser. IV., 1875, p. 103) neben verschiedenen anderen Pilzen als Synonyme dazu. Nach diesen beiden Forschern wäre es geradezu absurd, die einzelnen Arten zu trennen, da sie ohne Kenntnis der Wirtspflanzen nicht zu

1) Ausgegeben in MOUGEOT et NESTLER, Stirp. crypt. Voges.-rhen. 770.

unterscheiden sind. SACCARDO und auch THEISSEN sind aber mit dieser Auffassung nicht einverstanden.

M. Sumachi (Schw.) Wse. (Syn. f. Am. bor., 1834, n. 1425 sub *Sphaeria*).

M. Meliae (Schw.) Wse. (l. c., no. 1443 sub *Sph.*).

M. Hibisci (Schw.) Wse. (l. c. 1444 sub *Sph.*). Nicht genügend bekannt.

M. van Vleckii (Schw.) Wse. (l. c. n. 1427 sub *Sph.*). Gehört in die Untergattung *Melogrammella* Sacc.

M. mascarensis (Mont.) Wse. (Ann. sc. nat. XVI., 1851, p. 272 sub *Sph.*).

M. diplodioidea (Dur. et Mont.) Wse. (Flore d'Algér. I., 1846—49, p. 480 sub *Sph.*). Syn. nach THEISSEN: *M. majuscula* (Sacc.) (Atti congr. bot. Palermo, 1902, p. 49.).

M. lanaris (Welw. et Curr.) Wse. (Fungi Angol., 1867, p. 283 sub *Sph.*).

M. trames (Berk. et C.) Wse. (Grevillea, IV., 1876, p. 142 sub *Sph.*).

M. horizontalis (B. et C.) Wse. (Grevillea, IV., 1876, p. 98 sub *Melogramma*). Syn.: *Sphaeria subconnata* Schw. (Syn. f. Am. bor., 1834, no. 1443) und *Thuemenia valsarioides* Rehm (THÜMEN, Myc. univ., Nr. 2166).

M. viscosa (C. et E.) Wse. (Grev., V., 1876, p. 34 sub *Sphaeria*; THEISSEN in Ann. Myc. 1916, p. 417). ELLIS und EVERHART stellen den Pilz zu *Botryosphaeria fuliginosa*.

M. Dasylirii (Peck) Wse. (Bot. Gaz., 1882, p. 57 sub *Dothidea*).

M. Ficus (Cooke) Wse. (Grevillea, XI., 1883, p. 108 sub *Melogramma*). THEISSEN (Ann. Myc., 1916, p. 326) betrachtet diese Art als Form von *M. sycophila*.

M. melathroa (B. et C.) Wse. (Grev., XIII., 1885, p. 101).

M. abrupta (B. et C.) Wse. (l. c.).

M. Hypericorum (Ck.) Wse. (l. c., p. 102). Fruchtschicht unreif, daher noch zweifelhafte Art!

M. Viburni (Ck.) Wse. (l. c.). Nach COOKE (l. c.) vielleicht nur eine Varietät von *M. Araliae*. (Curt.) Wse. (l. c., p. 101).

M. imperspicua (Pass.) Wse. (Diagn. funghi nuovi I., 1887, no. 7).

M. inflata (Ck. et Mass.) Wse. (Grev., XVII., 1888, p. 42).

M. minor (E. et Ev.) Wse. (Journ. of Mycol., 1888, p. 65).

M. Pruni-spinosae (Delacr.) Wse. (Bull. Soc. Myc., 1892, p. 191, t. XVII., f. 2).

M. phyllachoroidea (Penz. et Sacc.) (Malpighia, XI., 1897, p. 530).

M. Arundinariae (Earle) Wse. (Bull. Torr. Bot. Cl, 1898, p. 360).

M. pinicola (Speg.) Wse. (Fg. arg. novi v. crit., 1899, p. 249).

M. Trabutiana (P. Henn.) Wse. (Hedwigia, 1901, p. 100 sub *Physalospora*; THEISSEN und SYDOW in Ann. Myc., 1918, p. 16).

M. muriculata (E. et Ev.) Wse. (Journ. of Myc., 1902, p. 68).

M. hysteroides (E. et E.) Wse. (l. c., p. 18).

M. Pruni (Mc. Alp.) Wse. (Fungus diseases, 1902, p. 119).

M. Fourcroyae (P. Henn.) Wse. (Not. Bot. Gart. Berlin, 1903, p. 240).

M. Hoffmanni (v. Höhnel) Wse. (Ann. Myc. 1904, p. 275). Dieser Pilz soll nach REHM (Ann. Mycol., 1914, p. 172) von *Melanops majuscula* (Sacc.) kaum verschieden sein, doch ist eine Nachprüfung noch notwendig.

M. melioloides (Rehm) Wse. (Ann. Myc. 1907, p. 524).

M. Astrocaryi (P. Henn.) Wse. (Fung. paraënsis III., Hedwigia, 48, 1908, p. 107 sub *Physalospora;* THEISS. et SYDOW, l. c.

M. Phormii (Speg.). Wse. (Mycet. Argent. IV., 1909, p. 335).

M. Jasmini (Chenant) Wse. (Bull. Soc. Sc. nat. Ouest France, 1910, p. 14, t. IV. f. 3).

M. xanthocephala (Syd. et Butl.) Wse. (Ann. Myc. 1911, p. 408).

M. egenula (Syd. et Butl.) Wse. (l. c., p. 415).

M. prunicola (Rehm) Koe. (l. c. X, 1912, p. 389 [= 391]).

M. Hamamelidis (Rehm) Wse. (l. c., 1913, p. 168).

M. Bakeri (Rehm) Wse. (PHILIPP. Journ. Science, VIII., C. 4, 1913, p. 259).

M. Weigeliae (Theiß.) Wse. (Ann. Myc., 1914, p. 168 sub *Botryosphaeria Berengeriana* var. *Weigeliae* Rehm; THEISSEN in Ann. Myc., 1916, p. 317).

M. tiliacea (Petrak) Wse. (l. c., 1916, p. 166).

Botryosphaeria mutila (Schwein.) Wse. (Syn. Am; bor., 1834, n. 1439; Grevillea, XVIII., 1885, p. 101). Der Pilz würde, da die Sporen braun sein sollen, in die Gattung *Phaeobotryon* Theiß. et Syd. (Ann. Myc., 1915, p. 664) gehören, vorausgesetzt, daß der Pilz überhaupt eine *Botryosphaeria* im Sinne SACCARDOS darstellt.

Botryosphaeria epichloë (Kunze) Sacc. (KUNZE in schedae herb. Brux.; SACCARDO, Syll. XI., 1895, p. 295) ist nach meiner Untersuchung von Originalmaterial eine Hypocreacee.

Wien, Jänner 1919.

Einladung
zur
Generalversammlung
der
Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Die Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft werden hierdurch zur Teilnahme an der am

Montag, den 4. August, vormittags 9 Uhr,

in

Hann.-Münden

stattfindenden Generalversammlung eingeladen. Die Tagesordnung ist durch §§ 15 u. 16 der Geschäftsordnung gegeben.

G. Berthold,
z. Zt. Präsident

Sitzung vom 28. Februar 1919.

Vorsitzender: Herr P. LINDNER.

Als neues Mitglied wird vorgeschlagen Herr

Gaulhofer, Dr. **Karl**, Professor an der Realschule in **Bruck** (Steiermark), (durch F. WEBER und B. KUBART).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren

Bezssenof, Dr. **N.**, in **Kristiania**,
Meigen, Dr. **Fr.**, Professor, in **Dresden-A.**,
Schürhoff, Dr. **Paul N.**, in **Berlin**,
Voss, Dr. **Gedo**, in **Schlachtensee** bei Berlin.

Der Vorsitzende teilt mit, daß die 3 Vorsitzenden am 10. Februar unserem Ehrenpräsidenten, Herrn Geheimrat SCHWENDENER zu seinem 90. Geburtstag die Glückwünsche der Gesellschaft übermittelt hätten und daß Herr SCHWENDENER ihn gebeten habe, den Mitgliedern seinen Dank für den Glückwunsch auszusprechen.

Von Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. FALKENBERG ist folgendes Dankschreiben als Antwort auf die in Heft 10, Bd. 36, veröffentlichte Adresse eingelaufen:

Rostock, den 27. Januar 1919.

Hochgeehrte Herren Kollegen!

In trübster Zeit für unser armes Vaterland, in der das Einzelleben kaum noch Beachtung verdient, hat der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft trotzdem die große Freundlichkeit gehabt, meines 70. Geburtstages zu gedenken und mich durch eine Adresse zu erfreuen, die mir um so überraschender kam, als Herr Geheimrat WITTMACK mir bereits brieflich die Glückwünsche der Gesellschaft übermittelt hatte.

Für die große Ehre, die Sie mir durch die Adresse erwiesen haben, spreche ich Ihnen meinen verbindlichsten und herzlichsten Dank aus. Dieser Dank gilt auch ganz besonders der anmutigen Form des sinnigen Schmuckes, in den die Deutsche Botanische Gesellschaft ihre Glückwünsche gekleidet hat. Denn das Bild

Neapels weist auf die glücklichen Jahre erster algologischer Forschung zurück, in denen mir des Golfes Küsten heimatlich vertraut wurden, und das zu einer Zeit, wo Deutschlands Name und Deutsches Wissen in Italien noch unantastbar hoch in Ehren stand.

Und an ihrer Spitze trägt die Adresse die Vignette unseres Rostocker Universitätsgebäudes, in dem wir im Sommer dieses Jahres das 500jährige Jubiläum unserer Hochschule in festlichem Verein mit unsern Kolleginnen feiern zu können gehofft hatten. Mit diesem Bild erinnern Sie an die mehr als 30 Jahre meiner hiesigen Amtstätigkeit, in der freilich der Forscher sehr gegen seinen Willen hinter dem akademischen Lehrer hat zurücktreten müssen. Seit mehr als 25 Jahren nur vorübergehend und immer nur für kurze Zeit von einem Fachgenossen unterstützt, mußte ich, das Gesamtgebiet der Botanik allein vertretend, der inzwischen mehr als verdreifachten Studentenzahl gegenüber immer ausschließlicher Zeit und Arbeitskraft dem Unterricht, den Prüfungen und Verwaltungsgeschäften der Universität widmen. So wurde frühzeitig jede zusammenhängende wissenschaftliche Tätigkeit während des Semesters durch die nächsten Tagespflichten unmöglich gemacht. Und auf die Publikation kleiner Ferienergebnisse verzichtete ich.

So werde ich auch weiter nach außen ein schweigsamer Mann bleiben. Mag aber die mir noch beschiedene Lebenszeit länger oder kürzer währen, — stets werde ich dankbar der liebenswürdigen Aufmerksamkeit gedenken, durch die mich beim Eintritt ins achte Jahrzehnt die Deutsche Botanische Gesellschaft hoch geehrt hat. Möge es ihr selber beschieden sein, an ihrem eigenen 70sten Geburtstag mit hoffnungsvollerem Blick in die Zukunft schauen zu können, als es dem Einzelnen aus meiner Generation jetzt möglich ist!

In vorzüglicher Hochachtung

PAUL FALKENBERG.

Herrn Geh. Rat Prof. Dr. J. REINKE sandte der Vorstand zur Vollendung seines 70. Lebensjahres folgende Glückwunschadresse:

Hochgeehrter Herr Professor!

In schweren für das deutsche Volk prüfungsreichen Tagen vollenden Sie das siebenzigste Lebensjahr. Der Ernst der Zeit läßt frohe Feststimmung nicht aufkommen. Gerade darum aber werden heute, da uns allen der Wert der Persönlichkeit eindringlicher zum Bewußtsein gebracht wurde, dargebotene Wünsche einen

besonderen Grad der Wertschätzung ausdrücken, zugleich werden sie als wärmer vom Herzen kommend und wärmer zum Herzen dringend empfunden werden.

Ihr Leben und Ihr Wirken war nicht ausschließlich dem früh erwählten Fache gewidmet; lebhafter als andere haben Sie sich außerhalb desselben betätigt, nicht zuletzt als Staatsbürger. Daher wird das Bild Ihrer Leistungen notgedrungen einseitig bleiben, wenn die Deutsche Botanische Gesellschaft an Ihrem Ehrentage rückschauend Ihrer Verdienste um die von ihr gepflegte Wissenschaft gedenkt.

Schon in Kindertagen wandte sich Ihr Sinn nicht zu kurzem Spiel, sondern in ernstem Streben den lieblichen Geschöpfen Floras zu. Ihre, des zehnjährigen Knaben, Briefe an den damaligen Vertreter der Botanik an der Rostocker Hochschule, Professor ROEPER, müssen als seltenes Zeugnis außergewöhnlich zeitig erwachter zielsicherer Neigung gelten.

Sie sind der so früh vernommenen Stimme der Natur unentwegt gefolgt. Ihre erste Veröffentlichung beschreibt die Flora Ihrer engeren Heimat, wie Sie dieselbe während Ihrer Schülerjahre auf Streifen durch Wald und Flur kennen gelernt hatten.

Die Liebe zu Beobachtungen im Freien, die Freude an Aufgaben, welche sich nur da, nicht am Schreibtisch oder im Laboratorium lösen lassen, ist Ihnen allezeit geblieben. Das lehren Ihre bis in die Kriegsjahre fortgeführten Studien über Küsten und Dünenbildung, vor allem aber Ihre Algenflora der westlichen Ostsee und der groß angelegte Atlas deutscher Meeresalgen, beides neben vielen anderen, wertvolle Früchte einer der Algologie gewidmeten Periode Ihres Schaffens.

Zu diesen floristisch-systematischen Werken gesellen sich zahlreiche chemisch-physiologische und vergleichend-morphologische Arbeiten. Ihnen allen ist als Grundzug das Streben gemeinsam, die entdeckte Einzelbeobachtung einem Rahmen umfassenderer Zusammenhänge harmonisch einzugliedern. Das zeigen zum Beispiel Ihre Studien über das Protoplasma, in welchen Sie als erster eine eingehende quantitativ-chemische Analyse des Protoplasmas ausführten, um daran allgemeine Gedanken über die lebende Substanz anzuschließen; ferner die Abhandlungen über Flechten oder die Untersuchungen über die Assimilationsorgane der Leguminosen, deren Endziel die Anwendung des Descendenzgedankens auf die Einzelgebiete gewesen ist.

Ihrer geistigen Veranlagung, die unbezwungene Rückstände ungern duldete, ist es zu danken, daß Sie [illegible] BARY

LIBRARY
TNAU, Coimbatore - 3
000002532

…s der Entdeckung SCHWENDENERS über den Aufbau des Flechten-
…allus den Schluß auf eine Lebensgemeinschaft zu beiderseitigem …rteil, *auf ein Konsortium*, gezogen haben.

Das angeborene Bedürfnis nach Allgemeinheit in der Er…nntnis bewog Sie, hinwegzuschreiten über die Grenzen unserer …ngeren Fachwissenschaft. In mehreren hervorragenden Werken …aben Sie theoretisch-biologische Fragen im Zusammenhang in …r durchdachter, lichtvoller Darstellung erörtert und dabei überall …gene Anschauungen vorgetragen. Der Erfolg Ihrer „Welt als …at", welche während des Krieges in sechster Auflage erschienen …t, beweist Ihnen, welche Anerkennung auch diese Seite Ihres …irkens gefunden hat.

Die Deutsche Botanische Gesellschaft verbindet mit der Wür…igung Ihres reichgesegneten Forscherwerkes den Ausdruck dank…arer Verehrung für den Mann, der ihren Begründern zugehört …nd vielen ihrer Mitglieder ein geschätzter Lehrer gewesen ist. …ie läßt ihren Festgruß ausklingen in dem Wunsche: Möge es …nen noch viele Jahre vergönnt sein, in unveränderter Frische …n Weiterbau unserer Wissenschaft teilzunehmen.

Berlin, den 3. Februar 1919.

…er Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

S. SCHWENDENER. G. BERTHOLD. M. BÜSGEN.
… LINDNER. J. BEHRENS. P. CLAUSSEN. H. HARMS.
H. MIEHE. W. MAGNUS. O. APPEL.

Herr Geh. Rat REINKE sandte folgendes Dankschreiben:

Kiel, 17. Februar 1919.

Herr Präsident!

Die Deutsche Botanische Gesellschaft hat mich durch ihre …n künstlerisch edlem Gewande überreichte Ansprache zu meinem 70. Geburtstage ebenso hoch erfreut wie geehrt. Wenn die von Ihnen mir so freundlich ausgesprochenen guten Wünsche in eine Zeit schwerer Sorge um das Vaterland fallen, so gewinnen sie für mich durch ihre Wärme in dieser Zeit um so höheren Wert.

Sie erinnern daran, daß ich wie ein Zugvogel aus dem Neste heraus meinem Lebensziele zugeflogen bin. Wenn man es ein Glück nennen will, schon in jungen Jahren von der Stellung des Lernenden zu der des Forschers und Lehrers überzugehen, so habe ich dies Glück genossen. Allein es sind damit auch Gefahren verknüpft, und ich bin mir bewußt, diese Gefahren keineswegs immer vermieden zu haben. Man wird in der Vielseitigkeit meiner

wissenschaftlichen Betätigung eine gewisse Zersplitterung nicht verkennen, die mich angebrochene Probleme öfters nicht zu der wünschenswerten Vertiefung durchführen ließ, während ich in mühevollem Schürfen, um ein Wort NEWTONS zu gebrauchen, hier und da auch einen „glatteren Kieselstein" fand, als andere.

Eine ungetrübte Freude habe ich zeitlebens an meiner Lehrtätigkeit gehabt. Vielleicht rührt es daher, daß ich den Beruf des Lehrers als eine Art künstlerischer Arbeit aufgefaßt habe, wenigstens im Vortrage. Mir wurde das Glück zuteil, in einer großen Zahl junger Herzen die Liebe zur scientia amabilis wecken zu dürfen und in manchem den Keim zu legen, der später auf dem Gebiete der Botanik zu schönstem Gedeihen sich entwickelt hat. Neben diesem Erfolge glaube ich stolz sein zu dürfen auf mein nie wankendes Bestreben, jedem jüngeren Fachgenossen, dessen Tüchtigkeit ich erkannte, aus allen Kräften zum Fortschreiten auf seiner wissenschaftlichen Lebensbahn behülflich zu sein.

Mit besonderer Genugtuung erfüllt es mich, an der Gründung der Botanischen Gesellschaft beteiligt gewesen zu sein und mich ihres herrlichen Emporblühens erfreuen zu können. So rufe ich denn nach akademischer Art dieser mir teuren Botanischen Gesellschaft ein kräftiges vivat, crescat, floreat zu und verbinde damit den tiefempfundenen, herzlichen Dank für die mir dargebrachte schöne Gabe.

REINKE.

Antrag des Vorstandes an die Generalversammlung in Hann.-Münden:

„Die Generalversammlung wird ersucht, folgendem Antrage des Vorstandes zuzustimmen: § 12 der Satzungen wird in folgender Weise abgeändert:

Der jährliche Beitrag beträgt für alle ordentlichen Mitglieder 25 M. Der Berliner Vorstand wird ermächtigt, bei weiterem Steigen der Kosten für die Berichte den Jahresbeitrag um höchstens 5 M., jedes Mal für ein Jahr, zu erhöhen. Durch einmalige Zahlung von 200 M. wird die lebenslängliche Mitgliedschaft erworben. Der Vorstand hat den Umrechnungskurs für die Beiträge der ausländischen Mitglieder jährlich festzusetzen."

Mitteilungen.

13. F. v. Höhnel: Über Bau, Stellung und Nebenfrüchte von Lasiobotrys.

(Eingegangen am 8. Februar 1919.)

Obwohl die Gattung *Lasiobotrys* Kunze (Mykol. Hefte 1823, II. H. S. 88) schon vielfach, zuletzt in Ann. myc. 1918, XVI. Bd., S. 175 von THEISSEN untersucht wurde, ist der Bau derselben noch immer nicht richtig erkannt worden und die Stellung der Gattung noch heute eine ganz falsche.

Lasiobotrys steht heute bei den Perisporiaceen, so auch in den synoptischen Tafeln THEISSENs und SYDOWs in Ann. myc. 1917, XV. Bd., S. 480.

JACZEWSKI (Bull. Herb. Boissier 1893 S. 604) will die Gattung zu den Cucurbitarieen stellen.

Nur FRIES hatte die Gattung 1823 (Syst. myc. II. Bd. S. 557), zu *Dothidea* gestellt, indessen 1849 in Summ. veg. scand. S. 406 wieder zu den Perisporiaceen.

Ich fand nun, daß *Lasiobotrys* eine mit den Trabutineen verwandte dothideale Gattung ist.

Dieselbe besitzt ein sich unter der Cuticula entwickelndes *unten flaches, oben sehr flach gewölbtes Stroma, das ganz aus* senkrecht stehenden Hyphen aufgebaut ist. Dieses Stroma ist aber nicht am ganzen Querschnitte gleich beschaffen, sondern zerfällt in Abschnitte, wo das Stromagewebe fest zusammenhängend ist und dazwischenliegende, wo dasselbe aus nicht miteinander verwachsenen, freien braunen senkrechten Hyphen besteht. Die festen Abschnitte bilden knopf- oder polsterartige mit verschmälerter Basis aufsitzende Körper, die nach obenhin meist kegelig verbreitert sind, so daß am Querschnitte zwischen je zweien dieser Körper ein dreieckiger Raum entsteht, der mehr minder gut von den braunen, parallelen, senkrechten Hyphen ausgefüllt wird. Die Basalschichte des ganzen Stromas besteht aus einer Lage von Parenchymzellen. Von jeder oder vielen dieser Zellen erhebt sich eine braune Hyphe, deren oberes Ende mit der Seitenwand eines der festen Stromakörper in Verbindung steht. Die braunen Hyphen sind daher nicht

Haare, wie man bisher glaubte, sondern nur die einzelnen Fäden der locker gebauten Stromateile. Diese sind netzförmig angeordnet und in jeder Netzmasche liegt ein fester Stromakörper. Letztere sind aber nicht sklerotialer Natur, wie schon ihr Aufbau aus senkrecht parallelen Hyphen erweist.

Die bisher für Perithezien gehaltenen Schlauchfrüchte sind keine solchen, sondern dothideale Lokuli, die aber deshalb zu freien Dothithezien-artigen Gebilden werden, weil sie nicht in den festen Stromakörpern entstehen, sondern um diese herum und an dieselben nur seitlich oder oben meist nur wenig angewachsen sind. Indessen findet man manchmal einzelne, die mit einem Stromakörper fest verwachsen sind, wo dann ihre Lokuli-Natur ganz klar wird.

Wenn das Stroma älter wird, trennen sich die anfänglich meist gut mosaikartig aneinander stoßenden Stromakörper voneinander, lösen sich von der dünnen Basalschichte und fallen mit den daranhängenden Dothithezien ab. Letztere reifen am Blatte nur sehr selten aus und werden erst am Boden liegend ganz reif. Öfter fallen sie hierbei auf die Blätter anderer am Boden wachsender Pflanzen und werden auf diesen reif.

So fand sie A. Carestia auf den Wedeln von *Polypodium Phegopteris* klebend gut ausgereift vor und gab diesen Fund in D. Sacc., Myc. ital. Nr. 827 als *Lasiobotrys Lonicerae* Kze. f. *Polypodii* Sacc. aus. Ich fand an diesem Stücke vereinzelt blattoberseits angeklebte Stromakörper einer *Lasiobotrys*-Art mit mehreren ganz reifen Dothithezien. Diese hatten eine schwarze, ein- bis zweizellschichtige Membran, die aus 6—8 μ großen, eckigen, derbwandigen Zellen bestand. Eine Mündungsöffnung war bei dem spärlichen Material nicht festzustellen, doch ist eine solche anzunehmen. Zwischen den etwa 50 = 13 μ großen, wenig zahlreichen Schläuchen waren deutliche fädige Paraphysen an Schnitten zu sehen. Die acht Sporen waren länglich-keilig, bräunlich, dünnwandig, zweizellig und 11—16 = 5—6 μ groß. Dabei zeigte sich, daß die obere Sporenzelle nur 2—4 μ lang ist, also viel kürzer als die untere. Bekanntlich verhalten sich ungleich zweizellige Sporen meist umgekehrt. Bei diesen ganz ausgereiften Stücken war das hyaline weiche Binnengewebe der Stromakörper ganz aufgelöst, und letztere waren nur mehr leere, zusammengefallene Blasen, die aus der schwarzen, 2—3 Zellagen dicken parenchymatischen Kruste derselben bestanden. An diesen Blasen hingen die reifen Lokuli kranzförmig angeordnet. Offenbar war das Binnengewebe der Stromakörper das Reservematerial, das bei der Ausreifung der Schlauchfrüchte verbraucht wurde.

Aus dem Gesagten ist zu ersehen, daß der Bau des Stromas von *Lasiobotrys* eine biologische Einrichtung ist, deren Bedeutung darin liegt, daß sich die von der Mitte des Stromas gegen den Rand hin allmählig ausbildenden Abschnitte des Stromas mit den zugehörigen Lokuli in einem gewissen Reifezustande einzeln ablösen und sich am Boden unter günstigeren Feuchtigkeitsverhältnissen weiter entwickeln können.

Der Umstand, daß bei *Lasiobotrys* die Lokuli perithezienartig entwickelt sind und frei stehen, hat es bisher verhindert, den tatsächlichen Sachverhalt und die dothideale Natur bei dieser Gattung zu erkennen. Es ist klar, daß, wenn sich die Lokuli in den festen Abschnitten der Stromen befänden und nicht in den nur aus lockeren Parallelhyphen bestehenden, jedermann leicht die dothideale Natur der Gattung erkannt hätte. Die Auffindung einer solchen Form, welche ganz so wie *Lasiobotrys* gebaut wäre, deren Lokuli aber im Gewebe der festen Stromakörper eingesenkt wären, würde den Beweis liefern, daß die oben gegebene Darstellung tatsächlich richtig ist. Eine solche Übergangsform gibt es nun in der Tat. Es ist das ein auf *Symphoricarpus*-Blättern in Nordamerika auftretender Pilz, der 1896 von E. BETHEL gefunden und in ELLIS A. EVERHART, F. Columb. Nr. 1229 (Nr. A. F. 3518) unter dem Namen *Lasiobotrys Lonicerae* Kze. f. *Symphoricarpi* ausgegeben wurde. Diese Form gleicht an Querschnitten ganz einer *Lasiobotrys*, die freien perithezienartigen Lokuli fehlen aber völlig, dagegen findet man in den Randpartien der festen Stromakörper ganz eingesenkte echte dothideale Lokuli. Diese sind noch ganz unreif, lassen jedoch schon deutliche Schläuche erkennen. Diese Form *ist eine eigene Art, könnte auch als eine eigene Gattung betrachtet* werden, die aber erst nach Auffindung reifer Stücke vollständig beschrieben werden kann.

Nach dem Gesagten ist es klar, daß *Lasiobotrys* eine Trabutineen-Gattung ist, mit eigenartig gebautem Stroma, von welchem sich die Cuticula, die sonst bei den Trabutineen mit dem Stroma bleibend verwachsen ist, ablöst.

Eine solche Trabutinee ist auch *Botryostroma inaequale* (Wint.) v. H. (Fragm. z. Myk. Nr. 692, XIII. Mitt. 1911). Dieser Pilz sieht äußerlich einer *Lasiobotrys*-Art ganz ähnlich. Das Stroma zeigt auch bei ihm eine dünne Basalschichte, auf der rasigstehende warzenförmige Vorsprünge vorhanden sind. Diese sitzen aber mit breiter Grundfläche auf, lösen sich nicht ab, und enthalten nur einen Lokulus; sie sind außen rauh und die anfänglich darüberliegende Cuticula fällt frühzeitig ab.

Botryostroma ist ein echt dothidealer Pilz. Das unter der Cuticula entstehende Basalstroma ist zwischen den warzenförmigen Schlauchstromen meist einzellschichtig und besteht aus blassen, offenen Parenchymzellen. Die unreifen Schlauchstromen sind deutlich senkrecht gereiht — offenzellig gebaut. Der Lokulus hat keine eigene Wandung. Das kleine deutliche Ostiolum sitzt auf einer kleinen Warze und ist von dothidealem Bau. Siehe dagegen Ann. myc. 1915, XIV. Bd., S. 665. *Botryostroma* v. H. ist offenbar zunächst mit *Munkiodothis* und *Lasiobotrys* nahe verwandt.

Von *Lasiobotrys* sind bisher keine Nebenfruchtformen bekannt geworden. Ausschließlich auf den Blättern der *Lonicera*-Arten kommen nun aber drei Nebenfruchtformen vor, die meines Erachtens zu gar keiner anderen Schlauchfruchtgattung gehören können, als zu *Lasiobotrys*. Es sind dies die von mir in Fragm. Nr. 983, XVIII. Mitt. 1916 behandelten *Colletotrichella Periclymeni* (Desm.) v. H. *Kabatia latemarensis* Bub. und *K. mirabilis* B. Diese drei Pilze sind sicher voneinander verschieden, woraus zu schließen wäre, daß bei uns wenigstens drei verschiedene *Lasiobotrys*-Arten vorkommen müssen, wenn meine Ansicht richtig ist. Die *Colletotrichella Periclymeni* auf *Lonicera Caprifolium* ist von der auf *Lonicera Xylosteum* durch einen kräftigeren Bau verschieden. Vergleicht man in der Tat die *Lasiobotrys* auf *Lonicera implexa* (die mit *L. Caprifolium* nahe verwandt ist) in Jaap, F. sel. exs. Nr. 560 mit der auf *Lonicera Xylosteum*, so erkennt man, daß es sich offenbar um zwei verschiedene Arten handelt. Von diesen ist nun die *Lasiobotrys* auf *L. coerulea* in Krypt. exs. Mus. Vind. Nr. 1312 gewiß verschieden. Nimmt man dazu die Angaben über das Auftreten der beiden *Kabatia*-Arten, so gelangt man zum Schlusse, daß bei uns mindestens vier *Lasiobotrys*-Arten auftreten müssen. Ich nehme folgende Arten an.

1. *Lasiobotrys Periclymeni* v. H. auf *Lonicera Periclymenum, Caprifolium, implexa* und Verwandten, mit der Nebenfrucht *Colletotrichella Periclymeni* (D.) v. H.

2. *Lasiobotrys Lonicerae* Kze. auf *Lonicera Xylosteum* mit *Colletotrichella Xylostei* (Fautr.) v. H. (*Labrella Xylostei* Fautrey in Revue myc. 1895, XVII. Bd., S. 168, Taf. 157, Fig. 2).

3. *Lasiobotrys latemarensis* v. H. auf *Lonicera coerulea, conjugalis* und *canadensis* mit *Kabatia Lonicerae* (Harkness) v. H. = *K. latemarensis* Bub.

4. *Lasiobotrys mirabilis* v. H. auf *Lonicera nigra* und *alpigena* mit *Kabatia mirabilis* B.

Die genauere Beschreibung dieser Arten wird sich erst geben

lassen, wenn die reifen Schlauchsporen derselben bekannt sein werden. Diese werden jedenfalls bei allen braun und zweizellig sein, mit mehr minder ungleichen Zellen.

In welchem Verhältnisse die drei vermuteten Arten zu den von THEISSEN in Ann. myc. 1918, XVI. Bd., S. 176 angegebenen vier Arten stehen, müssen vergleichende Studien feststellen, zu denen mir das Material fehlt.

Das Urstück von *Lasiobotrys Lonicerae* Kze. wächst nach FRIES und KUNZE auf *Lonicera Xylosteum*.

Die vorstehende Untersuchung zeigt wieder, wie weit wir noch von einem richtigen System der Schlauchpilze entfernt sind.

14. F. v. Höhnel: Vierte vorläufige Mitteilung mycologischer Ergebnisse (Nr. 305—398).

(Eingegangen am 8. Februar 1919.)

In Fortsetzung der 1918 im XXXVI. Bande dieser Berichte, S. 309 gemachten Mitteilungen betreffend die von mir gewonnenen Ergebnisse auf dem Gebiete der speziellen Mycologie, gebe ich im folgenden eine vierte Reihe derselben (Nr. 305—398).

305. *Agaricus (Tricholoma) tenuiceps* Cooke et Massee. Im Wienerwalde gibt es eine Form von *Russula Linnei* (im Sinne von BRESADOLA, QUELET und RICKEN) mit einem in der Mitte schwarzen, sonst dunkelvioletten Hut und eine damit ganz nahe verwandte *Russula* mit ganz schwarzem Hute, die ich für den *Agaricus tenuiceps* C. et M. 1883 halte, der demnach *Russula tenuiceps* (C. et M.) v. H. zu heißen hätte.

306. *Peziza daphnes* B. et Br. 1871 ist gleich *Peziza scrupulosa* Karsten 1869, welche eine *Unguicularia* v. H. 1905 ist. *Urceolella papillaris* (Bull.) Boudier Taf. 529 ist derselbe Pilz. *Peziza papillaris* Bull. bleibt zweifelhaft.

307. *Niptera* Fries 1849 ist zu streichen. Die Grundart wäre *Niptera erumpens* Desmaz. Exs. Nr. 1745 (verschieden von *Peziza erumpens* Grev.), aber von *Pyrenopeziza nigrella* Fuckel kaum verschieden. *Niptera lacustris* Fries ist eine Mischart.

308. *Niptera* Fuckel 1869 ist zu streichen. Die Grundart davon, *Niptera lacustris* Fuck. ist von FRIES gleichnamiger Art verschieden und gleich *Mollisia epitypha* Karst.

309. *Niptera* de Notaris 1864 ist zu streichen. *Niptera* Sacc. 1889 kann erhalten bleiben, ist aber von *Dermatella* Karst. = *Cenangella* Sacc. nur wenig verschieden.

310. *Belonidium* Dur. et Mont. (Grundart: *B. aeruginosum* D. et M.) ist 1846 nur abgebildet, aber nicht beschrieben worden.

311. *Belonidium* de Not. 1864 mit derselben Grundart scheint nur nach der Abbildung von 1846 beschrieben worden zu sein. Die 7 von ihm noch dazu gestellten Arten gehören in 5 Gattungen.

312. *Belonidium* Rehm ist eine Mischgattung. *B. griseo-vitellinum* (Fuck.) Rehm ist gleich *Peziza Rubarum* Cooke et Phill. 1881, gehört zu *Tapesina* Lambotte 1887 (em. v. H.) und hat *Tapesina griseo vitellina* (Fuck.) v. H. zu heißen, mit der Nebenfrucht *Chalara Rubi* Briard et Sacc. 1886. *B. pruinosum* (Jerd.) Rehm hat *Polydesmia pruinosa* (Jerd.) Boud. 1885 zu heißen. *B. subcarneum* Rehm hat *Leptobelonium subcarneum* (R.) v. H. n. G. zu heißen. *Leptobelonium* v. H. hat als Grundart *L. helminthicola* (Blox.) v. H. (Zweite Art: *L. sulphureo-testaceum* v. H., als *Belonium* 1905). *B. rhenopalaticum* Rehm, gleich *Trichobelonium distinguendum* Sydow 1908, ist ein myzelloses *Trichobelonium Kneiffii* (Wallr.) Schröt., das zu *Tapesia* gehört. *B. aurantiacum* R., *Punctum* R. und *scirpicolum* (Fuck.) R. sind *Niesslella* v. H.-Arten (Microthyriaceen). *Belonidium subnivale* R. wird zu *Belonopsis* Sacc. gehören. *B. tephromelas* (Pass.) Sacc. ist eine *Belonopsis*. Die Gattung *Belonidium* D. et M. ist demnach in Schwebe zu halten.

313. Die Familie der Calicieen ist morphologisch nicht zu begründen und daher aufzulassen. *Stenocybe* ist ganz nahe mit *Belonioscypha melanospora* R. (*Scelobelonium* Sacc. — v. H. 1905) verwandt. *Caliciopsis stenocyboides* (Nyl.) ist eine Coryneliacee. *Caliciopsis* Peck 1880 = *Capnodiella* Sacc. 1882—1905 = *Hypsotheca* Ell. et Ev. 1885 = *Sorica* Giessenh. 1904.

314. *Capnodiella maxima* (B. et C.) hat zu heißen *Caliciopsis maxima* (B. et C.) v. H.

315. *Sphinctrina turbinata* (F.) schließt sich gut an *Phialea* an.

316. *Cyphelium brunneolum* (Ach.) findet seinen Anschluß bei *Scleroderris*.

317. *Acolium sessile* (F.) wird den Cenangieen anzuschließen sein. *Calicium praecedens* Nyl.: Anschluß bei *Phialea*. Ebenso *Stenocybe major* Nyl.

318. *Coniocybe nivea* (Hoffm.) mit *Neolecta flavovirescens* Speg. verwandt, sind operculate Eupezizeen.

319. *Biatorella Resinae* (Fr.) zu *Tromera* Mass. 1858 gehörig ist eine Helotiee.

320. *Biatorella geophana* (Nyl.) R. ist eine Agyriee (*Steinia geophana* (Nyl.) Stein 1879). *Comesia* (*Comesiella*) *fusca* (Crou.) Sacc. ist wahrscheinlich derselbe Pilz.

321. *Patellea sanguinea* (P.) R. = *Tapesia cruenta* P. H. et Pl. muß *Tapesia sanguinea* (P.) Fuck. heißen.

322. *Patellea pseudosanguinea* R. ist ein Helotium = *H. hymeniophilum* Karst.

323. *Patellea suecica* (Starb.) R. ist eine echte *Mollisia*; ist mit *Mollisia pinicola* R. zu vergleichen.

324. *Patellea commutata* (Fuck.) Sacc. ist eine nur am Grunde parenchymatische Mollisiee. Wäre demnach eine eigenartige *Niptera* Sacc.

325. *Patinella aterrima* (Fuck.) R. und *P. punctiformis* R. sind echte *Patinella*-Arten.

326. *Patinella sanguineo-atra* R. wird am besten als *Pseudohelotium* eingereiht.

327. *Tympanis*, *Godronia*, *Scleroderris* und *Asterocalyx* sind Trybliдиaceen.

328. *Arachnopeziza delicatula* Fuck. und *A. aurata* Fuck. sind echte *Gorgoniceps*-Arten. Auch *A. Asteroma* Fuck. gehört nicht in die Gattung.

329. *Arachnopeziza Aurelia* (P.) Fuck. und *Eriopezia caesia* (P.) Sacc. sind Trichopezizeen.

330. *Pezizella* Fuckel 1869 (non REHM), gleich *Phialea* Rehm 1892 (non BOUDIER, SACCARDO), gleich *Ctenoscypha* Starbäck 1895. Die Untersuchung von über 50 bei *Pezizella* stehender Pilze lieferte das Ergebnis, daß dieselben in nachfolgende 23 Gattungen gehören. 1. *Habrostictis* Fuckel 1869; 2. *Pseudopeziza* Fuck. 1869; 3. *Excipula* Fries v. H.; 4. *Orbilia* Fr.; 5. *Orbiliopsis* v. H. n. G. (Grundart: *O. subcarnea* (Schum.) v. H.); 6. *Mollisia* Fr.; 7. *Mollisina* v. H. n. G. (Grundart: *M. Rubi* (Rehm) v. H.); 8. *Pezizella* Fuck. 1869 (Grundart: *P. vulgaris* (Fr.) v. H. = *P. sordida* Fuck.); 9. *Helotium* Fr.; 10. *Calycellina* v. H. n. G. (Grundart: *C. punctiformis* (Grev.) v. H.); 11. *Helotiopsis* v. H. 1910; 12. *Phialea* Sacc. (non REHM, BOUDIER); 13. *Eubelonis* Clements 1909; 14. *Phialina* v. H. (Grundart: *Ph. deparcula* (Karst.) v. H.); 15. *Gorgoniceps* Karst.; 16. *Belonioscypha* Rehm; 17. *Lachnobelonium* v. H. n.

G. (Grundart: *L. roseoalbum* (Rehm) v. H.); 18. ***Dasyscypha*** Rehm (non Boudier); 19. ***Dasypezis*** Clements 1909; 20. ***Unguicularia*** v. H. 1905; 21. ***Psilachnum*** v. H. n. G. (Grundart: *Ps. lateritioalbum* (Karst.?) v. H.); 22. ***Dyslachnum*** Clements 1909; 23. ***Tubercularia*** Tode.

331. *Dermatella* Karst. 1871 (Grundart: *D. Frangulae* (Fr.) K.) ist offenbar gleich *Cenangella* Sacc. 1884 (Grundart: *C. Fraxini* (Tul.) Sacc.), gleich *Cenangella* Rehm 1889 (Grundart: *C. Rhododendri* (Ces.) R.). Gehört zu den Dermateen. *Beloniella* Rehm 1892 (non Saccardo 1884) mit der Grundart *B. Vossii* R. wäre nach Ann. myc. 1917 S. 310 eine eigene Gattung (*Belonopeziza* v. H.), die von *Dermatella* K. wenig abweicht.

332. *Cenangium* (*Niptera*) *Raineri* de Not. halte ich für eine kleinsporige Form von *B. Vossii* R.

333. *Belonidium melatephroides* Rehm 1883 ist gleich *Pyrenopeziza glabrata* Sacc. 1881 und hat *Dermatella glabrata* (Sacc.) v. H. zu heißen.

334. *Nectria* (*Gibbera*) *Hippocastani* Otth 1868 besteht aus den Perithezien von *Nitschkia cupularis* (P.) und dem Nucleus von *Melanomma pulvis pyrius*; ist daher zu streichen.

335. *Sphaeria bryophila* Roberge 1851, gleich *Sphaeria muscivora* B. et Br. 1851, hat nach dem Urstücke *Nectria muscivora* (B. et Br.) v. H. zu heißen.

336. *Phyllachora amphidyma* Penz. et Sacc. ist so wie *Ph. Canarii* P. Henn. eine *Polystigma* mit schwarzem Scheinclypeus, *Polystigma amphidyma* (P. et S.) v. H., vielleicht besser eigene Gattung, *Clypeostigma* v. H.

337. *Echusias* Haszlinsky 1873 ist gleich *Fracchiaea* Sacc. 1873.

338. *Asterella olivacea* v. H. 1905, von Theissen 1912 zu *Microthyrium* gestellt, hat *Microthyriella olivacea* v. H. zu heißen.

339. *Microthyrium Quercus* Fuckel 1869 ist gleich *M. microscopicum* Desm. 1841.

340. *Microthyrium microscopicum* Desm. *F. macrospora* Sacc. (auf Buchsbaumblättern) ist eine eigene Art, *M. macrosporum* (Sacc.) v. H.

341. *Microthyrium Lauri* v. H. auf Lorbeerblättern in Rbh.-W. Nr. 2943.

342. *M. microscopicum* auf *Ranunculus Lingua* in Vill, F. bav. Nr. 820 ist eine unreife? *Microthyriella* v. H.

343. *M. microscopicum* auf *Acacia* in Rbh., F. eur. Nr. 1963 ist eine eigene Art: *M. Acaciae* v. H.

344. *M. Smilacis* de Not. ist kein *Myiocopron* (Ann. myc. 1917 S. 416) sondern von *Ellisiodothis Rehmiana* Th. et S. kaum verschieden, hat *E. Smilacis* (de Not.) v. H. zu heißen.

345. Die Grundart *Microdothella culmicola* Syd. 1914 ist von *Ellisiodothis* kaum verschieden.

346. *Microthyrium Idaeum* Sacc. et R. ist nach dem Original eine Diaporthee (?) vermengt mit *Melanobasidium punctiforme* (M.) v. H. = *Melampsora punctiformis* Montagne.

347. *M. microscopicum* D. v. *Dryadis* Rehm hat *Calothyrium Dryadis* (R.) v. H. zu heißen.

348. *M. microscopicum* D. v. *confusum* Desm. ist eine eigene Art, *M. confusum* (D.) v. H.

349. *M. Jochromatis* Rehm ist eine echte subcuticuläre Leptopeltee: *Leptopeltis Jochromatis* (R.) v. H.

350. *M. grandis* Niessl (*Palawania* Sydow 1914, Polystomellaceae) ist vielleicht doch nur eine kräftige *Seynesia*.

351. *M. Hederae* Feltgen hat zu heißen *Phragmothyrium Hederae* (F.) v. H.

352. *M. confertum* Theissen 1909 ist eine eigene Gattung: *Calothyriopsis* v. H. (Wie *Calothyrium*, aber Thyriothezien ohne Ostiolum, nur am Rande strahlig gebaut, Mittelfeld unregelmäßig parenchymatisch, zerfallend, wie bei *Clypeolella*). Grundart: *Calothyriopsis conferta* (Th.) v. H.

353. *M. olivaceum* (v. H.) Theiss. 1912 = *Asterella olivacea* v. H. 1905 hat zu heißen *Microthyriella olivacea* v. H.

354. *M. maculans* Zopf gehört zu den Phacidiales: *Lichenopeltella* v. H. n. G. Wie *Leptopeltella*, aber Flechtenschmarotzer, Sporen hyalin, zweizellig, ohne Paraphysen. *L. maculans* (Zopf.) v. H.

355. *M. Cetrariae* Bresad. hat zu heißen *Lichenopeltella Cetrariae* (Bres.) v. H.

356. *M. Platani* Richon, gute eigene Art, wird beschrieben.

357. *M. minutissimum* Thümen, kleine gute Art.

358. *M. ilicinum* de Not. ist ein oberflächlicher, steriler, stromatischer Pilz.

359. *Didymella sambucina* Rehm 1907 und *Otthiella Aesculi* v. H. (Fragm. Nr. 1047) gehören in die neue Cucurbitariaceen-Gattung *Keissleriella* v. H. (Wie *Otthiella*, aber Mündungskanal mit vielen kurzen schwarzen Borsten ausgekleidet). Grundart: *K. Aesculi* v. H.; zweite Art *K. sambucina* (R.) v. H.

360. *Eriosphaeria inaequalis* Grove 1886 ist von *Melanopsamma* durch die stets in die zwei Zellen zerfallenden Sporen verschieden.

Melanopsammella v. H. n. G. (*Gonytrichum* als Nebenfrucht). Grundart: *M. inaequalis* (Gr.) v. H.

361. *Acrospermum Adeanum* v. H. n. sp. Parasit auf *Amblystegium*.

362. Die Gattungen: *Bombardiastrum* Pat.; *Acrospermum* Tode; *Cyanoderma* v. H.; *Barya* Fuck.; *Torrubiella* Boud.; *Ophionectria* Sacc. und *Tubeufia* P. et Sacc. werden neu charakterisiert. *Cyanoderma* v. H. n. G. (Perithezien nicht gestielt, blau, häutig, parenchymatisch; Schläuche zylindrisch, oben nicht verdickt, mit Paraphysen). Grundart: *C. viridulum* (B. et C.) v. H. (*Acrospermum* B. et C.).

363. *Physosporelleen* v. H. n. F. (Sphaeriaceen) mit den Gattungen: *Pemphidium* Mont.; *Merilliopeltis* P. Henn.; *Oxydothis* P. et Sacc.; *Griphosphaeria* v. H.; *Anisostomula* v. H.; *Physosporella* v. H.; *Ceriospora* Niessl; *Lejosphaerella* v. H. n. G. (von *Ceriospora* durch die Sporen ohne Cilien verschieden). Grundart: *L. praeclara* (R.) v. H. = *Didymella praeclara* Rehm 1906.

364. *Miyakeamyces Bambusae* Hara ist eine behaarte *Calonectria* mit hervorbrechendem Stroma (*Puttemansia*).

365. *Diaporthe marginalis* Peck auf Grünerle bei Bozen in Tirol 1916!

366. *Otthia Rubi* v. H. n. sp. in Roumeg., F. gall. Nr. 1585 u. 1586.

367. *Otthia Winteri* Rehm ist die Notreifform von *Cucurbitaria protracta* Fuck. (s. Fragm. Nr. 1046).

368. *Melanopsamma mendax* Sacc. et R. beruht auf groben Fehlern und ist zu streichen.

369. *Diatrype cerasina* Rehm ist eine Form von *Valsa* (*Leucostoma*) *cincta* Fries.

370. *Kalmusia Lactucae* Rehm 1909 = *Leptosphaeria Galiorum* Sacc. (non ROBERGE) 1873 und hat *Nodulisphaeria Galiorum* (Sacc.) v. H. *F. Lactucae* R. zu heißen.

371. *Sphaeria cooperta* Desm. 1849 stand bisher bei *Sphaerella*, *Laestadia* und *Pharidium* hat aber *Anisostomula cooperta* (D.) v. H. zu heißen, mit *A. Quercus Ilicis* (Trav.) v. H. nahe verwandt.

372. *Sphaeria Cryptosphaeria* Fuckel 1869 (*Gnomonia polyspora* Awld. 1882), ist nur die Blattstiele bewohnende Form von *Ditopella fusispora* de Not.

373. *Ditopella* de Not. 1863 = *Rehmiella* Winter 1883. *Rehmiella alpina* Winter hat zu heißen *Ditopella alpina* (W.) v. H.

374. *Sphaeria protuberans* Fuck. 1869 ist schlecht entwickelte *Ditopella fusispora* de Not.

375. *Sphaeria scirpicola* D. C. v. *Typharum* Desm. 1849 = *Leptosphaeria Typharum* (D.) Karst. scheint nur eine Form von der sehr veränderlichen *Leptosphaeria culmorum* Awld. zu sein, wie schon BERLESE 1894 meinte. Ist eine untypische *Scleroplella* v. H.

376. *Sphaeria Rhodorae* Cooke 1885 wäre nach Stücken aus Bozen *Discochora Rhodorae* (C.) v. H. zu nennen.

377. *Physalospora euganea* Sacc. (*Physalospora, Carlia, Laestadia*) ist dothideal und steht *Phaeobotryon Visci* (Kalchbr.) v. H. nahe. Die Sporen werden nach dem Auswurfe braun. Vorläufig *Phaeobotryon euganeum* (Sacc.) v. H. Nebenfrucht wohl sicher *Macrophoma spartiicola* B. et Vogl. (*Coleophoma*-artig).

378. *Macrospora* Fuckel 1869 = *Clathrospora* Rabh. 1857.

379. *Rehmiellopsis* Kab. et Bub. 1910 ist entweder gleich *Mycosphaerella* Sacc. 1891 (non JOHANS.) = *Diplosphaerella* Grove 1912 oder eine *Hariotia* Karst. 1889. *Rehmelliopsis conigena* Bub. 1914 ist vermutlich gleich *Hariotia strobiligena* (Desm.) Karst.

380. *Physalospora Phormii* Schröt. = *Hypostegium Phormii* (Sch.) Theiss. scheint mir eine *Catacauma* mit oft schwach entwickeltem Stroma zu sein. Die Nebenfrucht davon: *Fusarium Phormii* P. Henn. 1898 ist offenbar gleich *Cryptosporium rhodocyclum* Mont. = *Phyllosticta haematocycla* Berk. und kein echtes *Gloeosporium* Aut. (BUBÁK, WOLLENWEBER 1916).

381. *Aulacostroma palawanense* Syd. ist eine Hysterostomellee, die sich an *Lembosiodothis* v. H. anschließt.

382. *Zignoëlla conica* Sacc. in Krieger, F. sax. Nr. 1570 scheint der Gattung *Gilletiella* Sacc. et Syd. 1900 am nächsten zu stehen; ist von *Sphaeria conica* Fries gewiß verschieden.

383. *Sphaerella rubella* Niessl 1876 ist dothideal und hat *Haplotheciella rubella* (N.) v. H. zu heißen.

384. *Phyllosticta ? primulaecola* Desm. 1847 ist eine unentwickelte *Carlia* (*Sphaerella* Fr.).

385. Die *Cladosporium*-Arten, insbesondere die vielen Formen von *Cl. herbarum* (P.) Link gehören gewiß alle zu *Carlia* (*Sphaerella* Fries)-Arten als Nebenfrüchte.

386. *Stilbum aureolum* Sacc. 1886 = *Dacrymyces Phragmitidis* Westend. 1861 = *Dendrodochium microsorum* Sacc. *F. Phragmitis* Fautr. 1891 ist eine Stromacee und hat *Microdiscula Phragmitidis* (W.) v. H. zu heißen. *Dendrophoma hormococcoides* P. et S. 1882 wäre damit zu vergleichen. *Blennoria Rubi* Mont. 1856 könnte gleich *Microdiscula rubicola* (Bres.) v. H. sein.

387. *Phyllosticta concentrica* Sacc. hat *Phyllostictina concentrica* (Sacc.) v. H. zu heißen.

388. *Asteromella* Pass. et Thüm., *Plectophoma* v. H. 1907 und *Stictochorella* v. H. sind dothideale Nebenfrüchte, gehen ineinander über und unterscheiden sich nur durch die Konidienträger voneinander. Gehören meist zu *Carlia*-Arten. Sichere *Asteromella*-Formen sind: *A. ovata* Thüm.; *ovata* Th. v. *tiliophila* Ferr. 1904; *Hederae* Mass.; *quercifolia* Mass.; *Acaciae* Cooke; *bacillaris* P. et B.

389. *Asteromella sphaerospora* Sacc. et Tr. 1903 hat *Dasystictella sphaerospora* (S. et T.) v. H. n. G. zu heißen. Diese neue Formgattung unterscheidet sich von *Dasysticta* Speg. 1912 durch das verwobene dunkle Subiculum.

390. *Asteromella epitrema* Cooke 1891 ist auch eine *Dasystictella*.

391. *A. Homalanthi* C. et M. u. *A. myriadea* Cooke, sind vorläufig zu *Aposphaeria* zu stellen.

392. *Cylindrophoma* B. et Vogl. ist nicht (wie unter Nr. 109 angegeben) gleich *Coleophoma* v. H. *Coleophoma* sind stromatische Nebenfrüchte, vermutlich von Dermopeltineen. Arten: *C. crateriformis* (D. et M.) v. H.; *C. Lauro Cerasi* (Desm.) v. H. (Syn.: *Sphaeria Lauro Cerasi* Desm. 1841; *Ceuthospora Cookei* Thüm.; *Phoma cerasina* Cooke; ? *Septoria Lauro cerasina* Pass.); *C. nitidula* (B. R. Sacc.) v. H. (Syn.: *Phoma nitidula* B. R. Sacc.; *Phoma nitens* B. R. Sacc.); *C. cylindrospora* (D.) v. H. (Syn.: *Sphaeropsis cylindrospora* Desm.); *C. Chamaebuxi* (All.) v. H. (Syn.: *Phyllosticta Chamaebuxi* Allesch.) und vermutlich noch viele weitere.

393. *Hendersonia (Sphaerospora) insidiosa* Desm. 1853 = *Septoria Junci* Desm. 1853 ist eine Pachystromacee, *Naemostroma* v. H. n. G. (Stromata eingewachsen, parenchymatisch, dunkelfärbig; Lokulus einfach, Konidien ringsum, ohne Träger, subhyalin, fadenförmig, septiert; Öffnung unregelmäßig); *N. Junci* (Desm.) v. H.

394. *Hysterium conigenum* Fries 1823 = *Sclerophoma* sp.

395. *Hysterium conigenum* Pers. 1796 = *Sphaeria strobilina* Holl. et Schm. 1815 = *Sporonaema strobilina* Desm. 1853, hat zu heißen *Discella conigena* (P.) v. H.

396. *Gloeosporium phaeosorum* Sacc. = *Discosporium phaeosorum* (Sacc.) v. H. ist die Nebenfrucht von *Pezicula Rubi* (Lib.) Niessl. *Discosporium* v. H. 1915 umfaßt Nebenfrüchte von *Pezicula*, *Tympanis*. *Ocellaria* und geht über in *Tubercularιella* v. H. 1915.

397. Die kleinsporigen *Discosporium*-Arten gehören zu *Melanconis*-Arten und bilden eine eigene Gattung: *Discosporina* v. H. (*Discosporina deplanata* (Lib.) v. H.

398. *Fusarium subtectum* Roberge 1845 = *Hymenula Psammae* Oud. 1898 in ein intraepidermales *Gloeosporidium* v. H.; diese Arten stelle ich in die neue Formgattung *Myxosporina* v. H. *Myxosporina subtecta* (Rob.) v. H. gehört vielleicht zu *Hysterostegiella valvata* (Mont.) v. H. Fragm. 1010.

15. Walter Bally: Einige Bemerkungen zu den amitotischen Kernteilungen der Chytridineen.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 4. Februar 1918.)

WALTER RYTZ[1]) hat kürzlich über die Resultate seiner cytologischen Untersuchungen an *Synchytrium Taraxaci* berichtet. Er ist dabei im großen und ganzen zu denselben Resultaten gekommen, wie sie in meiner[2]) Chytridineenarbeit festgelegt sind. Widersprüche finden sich insofern, als RYTZ den von mir als möglich hingestellten Infektionsmodus des Eindringens von Schwärmsporen durch die Spaltöffnungen glatt ableugnet und darin, daß er auch in den von ihm beobachteten ältesten Zuständen keine Auflösung von an die Wirtszelle angrenzenden Membranen beobachten konnte. Vor allem werden aber die Bilder amitotisch sich teilender Kerne, die von DANGEARD, STEVENS, GRIGGS, RYTZ, mir und andern Autoren gefunden wurden, von RYTZ als Kunstprodukte oder pathologische Erscheinungen hingestellt, die das Resultat mangelhafter Fixierung sein soll.

Die Arbeit von RYTZ hat mich veranlaßt, meine früheren Angaben neu durchzuprüfen und ich hätte die Ergebnisse dieser Revision gerne zusammen mit neuen Untersuchungen an einigen

1) RYTZ, WALTER, Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Synchytrium*. I. Fortsetzung. Die cytologischen Verhältnisse bei *Synchytrium Taraxaci* de By. et Wor. Beihefte zum botanischen Centralblatt. Bd. XXXIV. Abt. II. S. 343. 1917.

2) BALLY, WALTER, Cytologische Studien an Chytridineen. Jahrb. für wiss. Bot. Bd. 50, S. 95. 1911. Dort und bei RYTZ findet sich die weitere hier erwähnte Literatur zitiert.

andern Chytridineen veröffentlicht. Äußere Umstände erlauben es mir leider nicht, den gewollten Plan in nächster Zeit zu Ende zu führen. Dennoch möchte ich es nicht unterlassen, die Behauptung von RYTZ, die von den oben genannten Autoren und von mir beobachteten Amitosen seien Kunstprodukte, zurückzuweisen.

Die beiden andern Widersprüche möchte ich an dieser Stelle unerörtert lassen, da ich glaube, daß erst eine sorgfältige Nachprüfung an lebendem Material hier die Entscheidung herbeiführen kann und ich mich nicht gerne in einen reinen Wortstreit einlassen möchte. Sie sind auch nicht von so grundlegender Bedeutung wie die Frage nach dem Vorhandensein oder Fehlen amitotischer Kernteilungen bei einer für phylogenetische Betrachtungen so wichtigen Familie.

Die Leitsätze, die RYTZ am Ende seiner Arbeit als Thesen aufstellt und denen ich nicht beipflichten kann, sind:

4. Sobald der Pilz ausgewachsen ist beginnen die Kernteilungen, die stets (von mir gesperrt. W. B.) mitotisch verlaufen. In mehrkernigen Stadien finden die Teilungen synchron statt. Es entstehen so Kernzahlen, die eine arithmetische Progression darstellen (1—2—4—8—16—32—64—128—256). Parallel zum Anwachsen der Zahl der Kerne geht die Abnahme ihrer Größe.

5. Die bisher von den meisten Untersuchern beschriebene und für normale Teilungen gehaltenen Amitosen sind als pathologische Erscheinungen aufzufassen, hervorgerufen durch den Einfluß der Fixierungsflüssigkeit. Diese ist offenbar imstande, Spannungsdifferenzen in und außerhalb der Kerne zu erzeugen, die zum Platzen derselben führen können. Bei der bedeutenden Größe der ersten Kerne ist es leicht verständlich, daß gerade diese großkernigen Stadien am ehesten solche „amitotische“ Kernstrukturen zeigen.

6. In dieser Empfindlichkeit der Fixierungsflüssigkeit gegenüber liegt der wesentliche Grund für das so seltene Auffinden von Teilungen des *Primärkerns sowie der nächstfolgenden großkernigen Generationen. Dazu* kommt noch, daß offenbar während der Mitose die Kerne am empfindlichsten sind.

Bevor ich nun die Argumente, die RYTZ gegen das Vorhandensein amitotischer Kernteilungen bei *Synchytrium Taraxaci* anführt, als unwahrscheinlich hinstelle, möchte ich zeigen, wie uns auch ganz andere als rein cytologische Untersuchungen bei der sehr nahe verwandten *Chrysophlyctis endobiotica* Schilb. zu der zwingenden Annahme führen, daß sich hier amitotische Teilungsprozesse, die durch Austritt von Chromidien aus dem Primärkern zur Bildung der Kerne der Zoosporen führen, abspielen müssen.

Während ich mit meinen Untersuchungen an *Chrysophlyctis endobiotica* beschäftigt war, erschien über den gleichen Kartoffelparasiten eine Publikation von PERCIVAL. Ganz unabhängig von ihm war ich damals zu dem gleichen Resulat gelangt: die chro-

matische Substanz der Zoosporen muß von dem gleichzeitig sich vermindernden Chromatin des Primärnucleus abstammen. Wenn wir uns das Schicksal der Dauersporangien betrachten, so können wir auch nicht gut zu einem andern Schlusse gelangen. Ein beliebiger Rasiermesserschnitt durch die bekannten Gallen (Abbildungen z. B. bei PERCIVAL Fig. 1—4) läßt uns auf einer genügend großen Fläche hunderte von Dauersporangien erkennen. Beobachten wir diese eine Zeit lang, so können wir das Platzen und

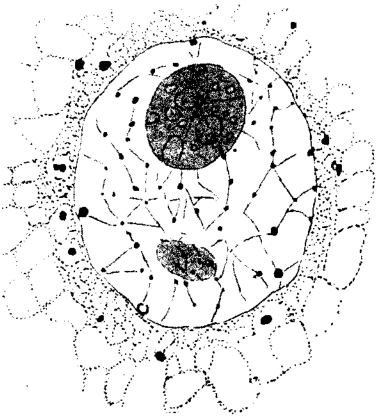


Abb. 1. Primärkern von *Chrysophyctis endobiotica* (ZEISS Ap. Imm. 18).

den Austritt der Zoosporen wahrnehmen, die, wenn auch keine ausgesprochenen Zellkerne, so doch sicher Chromatinkörnchen führen. Was tritt uns entgegen, wenn wir völlig gleich aussehende Geschwülste nach richtiger Fixierung mit dem Mikrotom schneiden und die Schnitte sachgemäß färben? In hunderten von Schnitten (das Material war zu allen Tageszeiten fixiert) keine einzige Mitose aber auch kein Bild, das irgendwie als Vorbereitung zu einer Mitose gedeutet werden könnte. Wohl aber in den jüngsten Dauersporangien gut erhaltene chromatinreiche Kerne, dann in älteren Stadien ein immer schlechter färbbarer Nucleolus,

das vorher dort lokalisierte Chromatin verteilt sich in der Kernhöhle, in noch älteren Stadien immer kleiner werdende, verschrumpfende Primärkerne, wie sie bei PERCIVAL (Fig. 21 a—e) und bei mir (Fig. 56, 57) abgebildet sind. Und Hand in Hand mit diesen Vorgängen nehmen wir die Bildung der Zoosporen wahr.

Als entscheidendes Zwischenglied muß mit zwingender Notwendigkeit meine auch hier wiedergegebene Figur des Chromidienaustritts aus dem Primärkern betrachtet werden. Das Präparat, das gerade dieser Figur zugrunde gelegt wurde, war zuerst mit Eisenalaun-Hämatoxylin gefärbt und gezeichnet, nachher nach

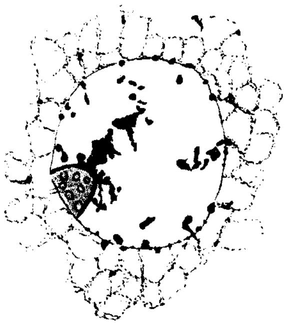


Abb. 2. Primärkern von *Synchytrium Taraxaci* (ZEISS Ap. Imm. 12).

Wegnahme des Deckglases mit Saffranin-Gentianaviolett umgefärbt und beide Male gezeichnet worden. Eine auch noch so winzige Verschiebung von Chromatinpartikeln hat dabei nicht stattgefunden, ich bin also keineswegs das Opfer so plumper Fehlschlüsse, wie sie mir RYTZ gerne unterschieben möchte (S. 363), geworden. So ergibt sich denn bei *Chrysophlyctis endobiotica* aus dem Vergleich von Lebendbeobachtung und von cytologischen Befunden der zwingende Schluß, daß sich hier amitotische Teilungsprozesse abspielen müssen.

Derartige halb biologische, halb cytologische Betrachtungen veranlassen uns also, Bilder, wie ich sie als Fig. 54 meiner früheren Arbeit gegeben habe und wie ich sie hier neuerdings reproduziere,

nicht als Kunstprodukte zu deuten. Für *Synchytrium Taraxaci* läßt sich ein ähnlicher Beweis allerdings nicht so strikt durchführen. Aber es will mir doch, ohne auf die Gegengründe RYTZens hier schon einzutreten, recht unwahrscheinlich vorkommen, daß, was ich für *Chrysophlyctis endobiotica* als unzweifelhaftes Bild eines wichtigen Lebensvorgangs darstelle, nun, wenn es mir bei dem so nahe verwandten, von vielen Autoren derselben Gattung zugerechneten *Synchytrium Taraxaci* entgegentritt, das Resultat störender Fixierung sein soll. Ich bin bei der Durchsicht meiner alten Präparate auf einen Primärnucleus gestoßen, der den Austritt der Chromidien in noch viel deutlicherer Weise zeigt, als wie das aus meinen früheren Abbildungen zu ersehen war. Sein Bild sei neben das des Primärkerns der *Chrysophlyctis* gestellt! Beim Vergleich scheinen mir doch schon reine Analogiebetrachtungen die Annahme, es handele sich hier um einen amitotischen Teilungsprozeß, nahezulegen.

Neben solchen direkten Beobachtungen hatte ich betont, daß aus dem Vorhandensein verschieden großer Kerne auf amitotische Teilungen geschlossen werden könnte, wobei ich übrigens deutlich gesagt hatte, daß solche Bilder auch als Wiedervereinigungen von Kernen oder als entstanden durch ungleichzeitige Teilung einzelner Kerne angesehen werden können. Einen endgültigen Entscheid kann da wie in andern Fällen nur die Lebendbetrachtung herbeiführen. RYTZ sieht nun in derartigen Bildern „Abnormitäten oder pathologische Erscheinungen, entstanden unter dem Einfluß der Fixierungsflüssigkeiten". Es sollen dabei alle von ihm angewendeten Flüssigkeiten die Fähigkeit besitzen, Kerne in einem besonderen Entwicklungsstadium besonders kurz vor der Karyokinese zum Platzen zu bringen und es sollen besonders die großen Kerne leicht platzende Objekte sein.

Ich würde nun dieser Anschauung ohne weiteres beistimmen, wenn es RYTZ oder irgend einem anderen Autor jemals gelungen wäre, das Platzen eines Chytridineen- oder überhaupt irgend eines pflanzlichen oder tierischen Zellkerns bei der Einwirkung von Fixierungsflüssigkeiten zu beobachten. Mir ist niemals eine derartige Angabe entgegengetreten. Ohne mich auf das kolloidchemische Gebiet der Fixierungen hier näher einzulassen, möchte ich nur bemerken, daß die meisten der zahlreichen Veränderungen, die sich in Zellen unter dem Einfluß fixierender Agentien abspielen, sich auf Gerinnungsphänomene zurückführen lassen und nicht auf Verflüssigungen, die doch notwendigerweise als erste Bedingungen für das Platzen gefordert werden müssen. Sollte ein

solches Platzen vorkommen, so müßte es doch wahrscheinlich den zahlreichen Beobachtern die den in vieler Beziehung an die großen Kerne der Chytridineen erinnernden Kern von *Spirogyra* unteruntersucht haben, aufgefallen sein. Aber auch da vermisse ich diesbezügliche Angaben. Wenn man RYTZ glauben sollte, so müßten sich übrigens die Fixierungsmittel großen Kernen gegenüber sehr verschieden verhalten, einmal als ein Platzen bewirkendes und dann den ebenfalls großen Kernen der Wirtszelle gegenüber als schrumpfende Agentia, denn die ausschließlich auf der dem Parasiten anliegenden Seite der Wirtskerne auftretenden Kanäle dieser, die ich beobachtet hatte, sollen ebenfalls Kunstprodukte, diesmal aber Schrumpfungsresultate sein.

Den Beweis also, daß Kerne unter dem Einfluß von Fixierungsflüssigkeiten platzen, hat RYTZ nicht erbracht und es stünde somit Behauptung gegen Behauptung. RYTZ würde die hier gegebene Figur 2 als „platzenden Kern", ich als Beginn einer Amitose deuten. Solange Lebendbeobachtungen fehlen, können nur Wahrscheinlichkeitsgründe für die eine oder die andere These ins Feld geführt werden. Einen solchen hätte RYTZ, wenn er nachweisen könnte, daß Zellkerne unter dem Einfluß von Fixierungsflüssigkeiten platzen. Für meine Behauptung sprechen die Analogien mit der nahe verwandten *Chrysophlyctis endobiotica*, bei der von PERCIVAL und mir aus der kombinierten Betrachtung der Lebensgeschichte und der Cytologie die amitotischen Teilungen erschlossen wurden.

Ich möchte nun mit diesen Auseinandersetzungen keineswegs sagen, daß alles, was uns in unseren gefärbten Präparaten entgegentritt, nun als getreues Ebenbild der Lebensvorgänge zu bewerten sei. Ich war, schon als ich meine frühere Arbeit geschrieben habe, mir wohl bewußt, daß und wie leicht wir das Opfer von Täuschungen sein können. Wir können einmal durch Fällungserscheinungen der Eiweißkörper getäuscht werden. So sind gewiß die Plasmastrukturen, die bei den Chytridineen einen so schönen Wabenbau erkennen lassen mit größter Vorsicht zu bewerten, das gleiche gilt für die von KUSANO, GRIGGS u. a. beobachteten Strahlungserscheinungen und Karyodermatoblasten. Andererseits erkenne ich den Einwand, den RYTZ gegen meine Figur 14 erhebt, gerne an. Hier handelt es sich um eine durch mechanische Störungen bedingte Täuschung. Die ziemlich großen Nucleolen des Primärkerns und auch der Kerne junger Sporangien werden leicht vom Microtommesser weggerissen und können so verschoben werden. So ist auch meines Erachtens das Bild zustande ge-

kommen, das uns RYTZ als Fig. 18 vorführt. Ich hatte aber diesen Einwand schon in meiner früheren Arbeit berücksichtigt. Was übrigens den Austritt der Nucleolen ins Cytoplasma betrifft, so ergeben meine langen Serienbetrachtungen, daß ein solches Ausstoßen bei den großen Nucleolen der wenigkernigen ungeteilten Sporangien tatsächlich erfolgen muß. Ein ähnlicher Vorgang ist bei höheren Pflanzen von einem der gewissenhaftesten Autoren LUNDEGÅRDH (S. 250)[1]) in vita gesehen worden.

Mit rein mechanischen Nucleolenverschleppungen haben meine Figuren 5, 6 und 7 und vor allem die hier gegebene Textfigur aber nichts zu tun.

Ich muß also bei meinem früher ausgesprochenen Schluß, daß bei *Synchytrium Taraxaci* gelegentlich amitotische Kernteilungen vorkommen können, beharren. Ob die aus solchen amitotischen Teilungen entstandenen Kerne sich im Laufe ihrer weiteren Entwicklung noch einmal mitotisch teilen können, lasse ich dahingestellt. Entschieden kann diese Frage vorläufig nicht werden und die bezügliche Behauptung von GRIGGS ist unbewiesen[2]). Nur das möchte ich sagen, daß die Tatsache des Wechsels der amitotischen und mitotischen Teilungen nur dann so befremdend auf uns wirkt, wenn wir die Chytridineen mit höheren Pflanzen oder Tieren vergleichen. Betrachten wir sie als Protisten, was sie tatsächlich sind und suchen wir, wie ich das getan habe, ihren phylogenetischen Anschluß bei den Protozoen, so fällt alles, was uns als Botaniker zuerst befremdet hat, weg.

Aber wenn wir auch als Erblichkeitsforscher, eingenommen von der Annahme der Chromosomen als Träger der erblichen Eigenschaften, an die Deutung der bei einigen Chytridineen sich sicher einstellenden Amitosen herantreten und uns fragen, wie es kommt, daß der so kompliziert wirkende Apparat, der in höheren Pflanzen und Tieren die Gene einer Mutterzelle halbiert und auf die Tochterzellen verteilt, hier durch ein viel willkürlicher wirkendes System ersetzt wird, bei dem einfach große Chromatinklumpen in kleine Partikelchen zerstückelt werden, so scheinen mir auch da die Schwierigkeiten der Deutung nicht so gewaltig, wie sie

1) LUNDEGÅRDH, H., Die Kernteilung bei höheren Organismen nach Untersuchungen an lebendem Material. Jahrb. f. wiss. Bot. 51 Bd. 1912.

2) Hingegen scheint mir für *Olpidium Viciae* dieser Nachweis erbracht. KUSANO, S., On the lifehistory and cytology of a new *Olpidium* with special reference to the copulation of motile isogametes. Journ. of the college of agriculture. Jur. Un. Tokyo Vol. IV, p. 141, 1912. RYTZ scheint diese Arbeit nicht zu kennen.

von vielen Autoren hingestellt werden. Es handelt sich eben hier, um mich etwas plump auszudrücken, um Organismen, die diesen ganzen *komplizierten Apparat nicht nötig haben, weil sie überhaupt noch nicht sehr viele Gene und folglich nicht sehr viele erbliche Eigenschaften besitzen.* Diese wenigen Gene können hier *ganz gut diffus im ganzen Chromatin verteilt sein,* mit anderen Worten, jedes Chromosom aber auch jede aus dem Primärkern austretende Chromidie ist Träger sämtlicher alle Eigenschaften eines *Synchitrium* bedingender Gene. Das ist nur dann möglich, wenn die Anzahl von Genen und durch sie bedingt die Anzahl der erblichen Eigenschaften nicht groß ist. Und das trifft, wenigstens für die äußerlich sichtbaren Eigenschaften bei *Synchytrium* tatsächlich zu. Können wir doch die einzelnen Genera eigentlich nur durch ihre Befähigung, bestimmte Wirtspflanzen zu befallen, also wohl durch chemische Eigenschaften unterscheiden und kaum durch irgendwelche morphologischen Eigentümlichkeiten.

Das zuletzt Gesagte soll nun nicht etwa als ein weiterer Beweisgrund für den Wechsel mitotischer und amitotischer Kernteilungen bei *Synchytrium Taraxaci* ins Feld geführt werden, sondern soll bloß dazu dienen, diesen Wechsel, falls er wirklich vorhanden ist, unserm kausalen Verständnis näher zu führen.

Basel, 31. Januar 1919.

16. Hermann Sierp: Über den Einfluß geringer Lichtmengen auf die Zuwachsbewegung der Koleoptile von Avena sativa.

(Vorläufige Mitteilung.)
(Mit einer Abb. im Text.)
(Eingegangen am 5. Februar 1919.)

In seinen Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf die Zuwachsbewegung der Koleoptile von *Avena sativa* kann VOGT[1]) eine „Lichtwachstumsreaktion" nur sicher nachweisen, wenn verdunkelte Koleoptilen mit einer Lichtmenge von 3840 M.-K.-S. (64 M.-K. 60 Sekunden) beleuchtet wurden. In einem solchen normalen Falle trat einige Zeit nach Beginn der Lichtwirkung eine Verminderung der Wachstumsgeschwindigkeit ein, die rasch in eine meist viel stärker und länger anhaltende Wachstumssteigerung übergeht. Die Lage und Höhe des Minimums wie des Maximums variierten bei den einzelnen Versuchen je nach den zur Anwendung kommenden Lichtmengen ziemlich stark. Die ganze Reaktion war nach ungefähr $1^1/_2$ Stunden vorbei. Bereits bei einer Lichtmenge von 2880 M.-K.-S. (16 M.-K. 3 Min.) war die Reaktion so schwach, daß sie nicht mehr deutlich heranstrat.

Die Entscheidung der Frage, ob bei Anwendung geringer Lichtmengen keine Reaktion eintrete, hat nun für uns ein bestimmtes Interesse. Bekanntlich will BLAAUW[2]) aus diesen Lichtwirkungen in Anlehnung an die alte DE CANDOLLEsche Auffassung die phototropischen Krümmungen ableiten. Sollten erst bei so hohen Lichtmengen, wie VOGT dies angibt, überhaupt Reaktionen auftreten, so wäre damit bereits der sichere Beweis erbracht, daß wenigstens für die Koleoptile von *Avena sativa* die Auffassung BLAAUWs nicht zu Recht besteht, denn schwache phototropische Reaktionen zeigen sich bereits bei einer Lichtmenge von 10—20 M.-K.-S. Meine Untersuchungen ergaben mir nun aber, daß dieser Beweis gegen die Auffassung BLAAUWs nicht besteht, daß vielmehr bei allen Lichtmengen, bei denen eine phototropische Krümmung ge-

1) VOGT, E., Über den Einfluß des Lichts auf das Wachstum der Koleoptile von *Avena sativa* (Zeitsch. f. Bot. 7, 1915).

2) BLAAUW, A. H., Licht und Wachstum I. u. II. Zeitsch. f. Bot. 6 u. 7.

funden wurde, auch eine „Lichtwachstumsreaktion“ besteht. Ich will in dieser vorläufigen Mitteilung nur drei Beispiele angeben, die dies deutlich dartun können; weitere werde ich später folgen lassen.

Die Keimlinge wurden unter konstanten Bedingungen, wie ich dies an anderer Stelle ebenfalls näher ausführen werde, aufgezogen und das Wachstum alle 10 Minuten mit einem Horizontalmikroskop abgelesen. Die in den Versuchen angegebenen Zahlen geben den Zuwachs in diesem Zeitintervall in Mikren wieder. Beleuchtet wurden zwei gegenüberliegende Flanken des Keimlings mit Osramlampen mit langausgezogenem Leuchtsystem, die senkrecht aufgestellt waren und deren Beleuchtungsstärke an der Stelle, wo die Keimlinge standen, mittels des Photometers bestimmt war. Es wurden gleichzeitig drei Pflanzen beleuchtet und gemessen. Die Stelle, wo in den Versuchen und der Abbildung 1 die Belichtung vorgenommen wurde, ist durch einen nach unten gerichteten Pfeil kenntlich gemacht. Unter diesen drei Pflanzen ist der Durchschnittswert der jedesmaligen Vertikalreihe angegeben.

Versuch 1. Lichtmenge = 100 M.-K.-S. (50 M.-K. 2 Sek.).

											60 Min.				
Pflanze 1.	87	68	47	47	47	—	87	95	110	110	95	87	63	40	47
„ 2.	83	88	83	74	98	—	96	101	110	87	64	60	46	41	82
„ 3.	47	63	69	63	79	—	79	87	71	87	63	55	47	47	55
Durchschn.	72	69	69	61	75	↓ —	87	94	97	95	74	67	52	43	45

			120 Min.						180 Min.					
Pflanze 1.	55	95	142	150	142	110	110	110	95	87	95	87	63	87
„ 2.	28	111	202	216	189	166	188	74	69	78	74	69	74	78
„ 3.	55	126	206	221	206	175	150	95	95	87	110	95	87	110
Durchschn.	46	111	183	196	179	150	133	98	86	84	93	84	75	92

In der nebenstehenden Abbildung sind in der ausgezogenen Linie die Durchschnittswerte dieses Versuches graphisch aufgezeichnet. Die Abszisse ist in Abschnitte von je 10 Minuten eingeteilt, die Ordinaten geben die Zuwachsgrößen in Mikren wieder.

Der Verlauf der Kurve zeigt sehr deutlich, daß auch bei dieser Lichtmenge eine Reaktion vorhanden ist. Gleich zu Anfang steigen die Werte leicht an. Da dieses Ansteigen nicht bei allen Versuchen wiedergefunden wurde, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob es auf die Belichtung zurückgeführt werden muß. Nach 40 Minuten ist dieses Anschwellen der Wachstumsintensität vorbei und es beginnt ein deutliches Sinken, das 90 Minuten nach der Belichtung zu einem Minimum führt. In diesem ist die Verringerung der Zuwachswerte 38 pCt. der Werte, die vor der Be-

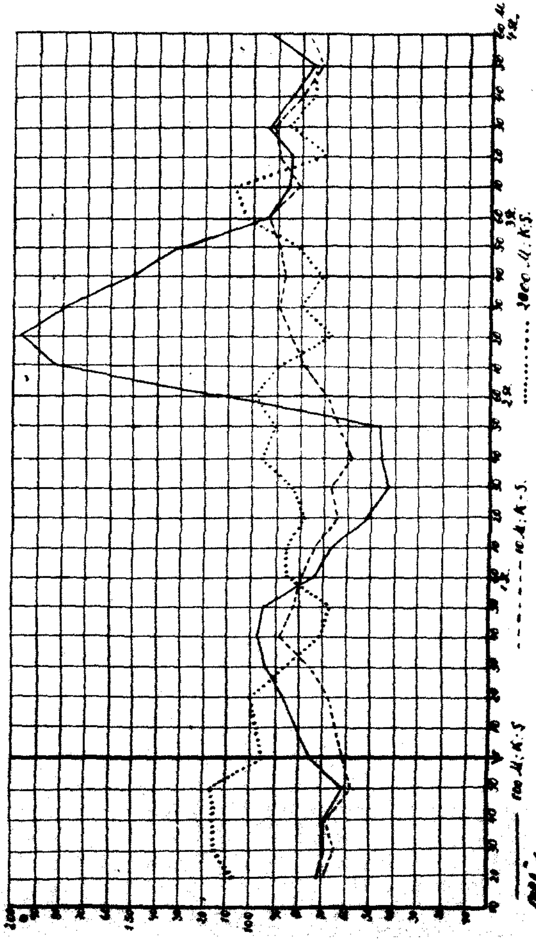


Abb. 1.

lichtung festgestellt worden waren. Nunmehr erfolgt eine sehr bedeutende Zunahme der Wachstumsintensität, die 140 Minuten nach der Belichtung zu einem Maximum führt, das einen dreimal so hohen Wert wie die ursprünglichen Werte zeigt. Hierauf beginnt ein ebenso rasches Sinken der Zuwachswerte, die aber selbst 4 Stunden nach der Belichtung noch Werte erkennen lassen, die über denen liegen, die vor der Belichtung festgestellt wurden.

Die bei dieser verhältnismäßig geringen Lichtmenge festgestellte „Lichtwachstumsreaktion" gleicht in ihrem Verlauf ganz der von VOGT für bedeutend höhere Lichtmengen ermittelten, nur sind die Zeitwerte sehr hinausgeschoben. Während bei VOGT die Reaktion bereits nach $1^1/_2$ Stunde vorbei ist, dauert sie hier sicherlich 4 Stunden.

Diese Reaktion tritt nun bei noch bedeutend geringeren Lichtmengen auf. Bei 30 M.-K.-S. ist sie beispielsweise noch sehr deutlich. Natürlich sind nunmehr die Ausschläge nicht mehr so groß. Selbst bei einer Lichtmenge von 10 M.-K.-S. (10 M.-K. 1 Sek.) ist die Reaktion noch wahrzunehmen, wie der nächste Versuch zeigen wird.

Versuch 2. Lichtmenge = 10 M.-K.-S. (10 M.-K. 1 Sek.).

											60 Min.			
Pflanze 1.	67	68	68	55	56	—	63	79	95	87	87	87	79	87
„ 2.	78	60	78	64	64	—	74	74	83	74	64	74	55	60
„ 3.	68	71	63	55	68	—	63	71	87	87	87	71	68	55
Durchschn.	69	65	68	58	61	—	67	75	88	83	79	74	66	67

			120 Min.						180 Min.					
Pflanze 1.	63	71	71	79	79	71	87	71	87	63	55	79	71	71
„ 2	60	64	64	83	78	92	87	92	96	105	105	87	78	78
„ 3.	55	55	71	76	95	103	87	95	95	79	110	110	87	71
Durchschn.	59	63	69	78	84	89	87	89	93	82	90	92	79	78

Die Werte sind in der gestrichelten Kurve in der Abb. 1 wiedergegeben. Die Einsenkung und die Erhebung über den ursprünglichen Normalwert sind hier nicht sehr groß aber doch noch deutlich feststellbar. Auch hier steigen nach der Belichtung die Werte wieder an und zwar ungefähr in der gleichen Stärke wie in dem vorigen Versuch. Auch hier ist das Maximum dieser ersten Erhebung 40 Minuten nach der Belichtung eingetreten. Nach diesem beginnt ein kontinuierliches Fallen, das 100 Minuten nach der Belichtung zu einem Minimum führt. Der durchschnittliche Zuwachs vor der Belichtung beträgt im Durchschnittswert 64 μ. Das Minimum zeigt gegenüber diesem Wert eine Verringerung von nur 8 pCt. Wie das Fallen gering war, so ist bei

dieser kleinen Lichtmenge auch der Anstieg zum Maximum ein nur geringer. Die ganze Erhebung ist, wie dies die Kurve zeigt, eine sehr flache und über eine größere Strecke ausgedehnte. Der maximale Wert, der in dem vorigen Versuch die Höhe von 300 pCt. des Wertes vor der Belichtung zeigte, beträgt nunmehr nur noch 45 pCt. Während er im vorigen Versuch 120 Minuten nach der Belichtung eintrat, finden wir ihn hier erst nach 180 Minuten.

Ich gebe noch einen weiteren Versuch mit einer höheren Lichtmenge, einer Lichtmenge, die geringer war als die geringste von VOGT angewandte, welche aber in der Größe von dieser nicht allzu weit entfernt ist.

Versuch 3. Lichtmenge = 2000 M.-K.-S. (200 M.-K. 10 Sek.).

												60 Min.			
Pflanze 1.	108	103	126	114	95	—	95	71	55	55	79	71	68	47
„ 2.	138	138	133	120	116	—	110	105	96	87	101	101	96	96
„ 3.	87	103	87	118	79	—	95	79	63	63	79	87	79	103
Durchschn.	107	115	115	117	96 ↓	—	100	85	71	68	86	86	79	82

			120 Min.						180 Min.					
Pflanze 1.	68	44	63	63	47	47	47	32	71	87	47	63	68	79
„ 2.	128	147	128	110	92	128	110	147	147	188	110	124	92	87
„ 3.	95	79	103	95	63	63	55	63	95	95	68	71	71	55
Durchschn.	95	90	98	89	67	79	71	81	104	107	70	86	75	74

Dieser Versuch ist durch die punktierte Linie in der Abb. 1 zur Darstellung gebracht. Er dürfte für uns besonders lehrreich sein. Wir finden bei ihm, wenn wir von einigen Unregelmäßigkeiten absehen, nicht nur ein Maximum, sondern deren drei, das erste 70, das zweite 120 und das dritte 190 Minuten nach der Belichtung. Entsprechend finden wir auch drei Minima, das erste 50, das zweite 80 und das dritte 140 Minuten nach der Lichtänderung. Die erste Erhebung, die wir in den beiden vorigen Versuchen gleich nach der Belichtung feststellten, ist hier nicht vorhanden, sondern hier sinkt der Wert allem Anschein gleich auf das erste Minimum herab.

Das erste nun folgende Maximum und das auf dieses eintretende zweite Minimum ist hier nur gering. Bei Größerwerden der Lichtmenge wird die Einsenkung und vor allem die nachfolgende Erhebung größer und größer. Es kommt in diesem Minimum und Maximum das in seinen ersten Anfängen zum Vorschein, was der von VOGT beobachteten „Lichtwachstumsreaktion“ entspricht. Durch ein allmähliches Abstufen der Lichtmengen zwischen 100 und 2000 M.-K.-S. läßt sich zeigen, daß das zweite und dritte Maximum, das wir bei 2000 M.-K.-S. beobachten, aus

dem großen Maximum, das bei 100 M.-K.-S. festgestellt wurde, hervorgeht. Dieses Maximum zeigt von einer bestimmten Lichtmenge an (etwa 800 M.-K.-S.) an seinem Gipfel zunächst eine kleine Einsenkung, die aber bei weiterer Vergrößerung der Lichtmenge größer wird und bei 2000 M.-K.-S. das oben festgestellte Ergebnis hat, d. h. also, daß sich das Maximum in zwei getrennte nebeneinander liegende Maxima aufgelöst hat. Wird die Lichtmenge größer als 2000 M.-K.-S., so gehen diese beiden Erhebungen weiter zurück, worauf es wohl zurückzuführen ist, daß VOGT sie nicht beobachtet hat.

Dieser letzte Versuch kann uns zeigen, daß die Kurve, die bei einer Belichtung von 100 M.-K.-S. in die Erscheinung tritt, obschon sie äußerlich ganz so aussieht, wie sie von VOGT für Lichtmengen über 3840 M.-K.-S. angegeben wird, doch ganz anders zu bewerten ist und sich keineswegs aus dieser etwa einfach ableiten läßt. VOGT[1]), der bei 3840 M.-K.-S. seine Reaktion noch eintreten sah, bei 2880 M.-K.-S. aber nicht mehr, vermutete, „daß bei den niederen Lichtintensitäten weniger die Lichtmenge als die Lichtintensität maßgebend für die Stärke der Reaktion sei". Die vorigen Ausführungen dürften ergeben haben, daß diese Auffassung nicht richtig ist. Bei den niederen Lichtmengen treten, das gleiche gilt jedenfalls auch für die ganz hohen, durchwegs neue Verhältnisse auf. Auf weitere Einzelheiten und auf den Zusammenhang der Lichtwachstumsreaktionen mit den tropistischen Krümmungen komme ich an anderer Stelle zurück.

1) VOGT l. c. S. 214.

17. O. Renner: Über Sichtbarwerden der Mendelschen Spaltung im Pollen von Önotherabastarden.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 12. Februar 1919.)

Mit der Frage, ob die spaltenden Unterschiede zweier Sippen, die sich in der Beschaffenheit der haploiden Sporen (genauer Gonosporen) unterscheiden, schon in den Sporen der F_1-Generation sichtbar werden, hat sich in den ersten Jahren der MENDEL-Forschung CORRENS[1]) abgegeben. Farbrassen von *Epilobium angustifolium*, *Papaver rhoeas*[2]), die außer verschieden gefärbter Blumenkrone auch verschieden gefärbten Pollen besitzen, liefern nach seinen Erfahrungen immer eine F_1 mit einheitlich gefärbten Mikrosporen, wobei Färbung der Sporenhaut (auch der Intine bei *Epilobium*) oder des Zellinhalts (bei *Papaver*) über Farblosigkeit dominiert. Bei der Pigmentierung der haploiden Sporen kann man nun allerdings leicht verstehen, daß sie noch ganz vom diploiden Soma geprägt wird, in dessen Inneren, allen stofflichen Beeinflussungen zugänglich, die Sporen sich entwickeln. Aber nach BATESON und PUNNET gilt dasselbe Verhalten, Dominanz eines den Haplonten zukommenden Charakters in den Sporen der ersten Bastardgeneration, auch für die Gestalt der Pollenkörner: der Bastard zwischen zwei Rassen von *Lathyrus odoratus*, die sich unter anderem in der Körperform der Mikrosporen unterscheiden — längliche Körner bei der einen, kuglige bei der andern Varietät —, soll lauter länglichen Pollen erzeugen, länglich soll dominieren über kuglig. Das Beispiel ist wegen der hier zum ersten Mal beobachteten Erscheinung der Faktorenkoppelung in alle Lehrbücher übergegangen, ohne daß, so viel ich sehen kann, auf das Überraschende des Befundes aufmerksam gemacht wird. Viel verständlicher wäre doch, wenn die Pollenkörner, die die Anlage für runde Pollenform übertragen, selber schon rund wären. Bei der

1) CORRENS, Über den Modus und den Zeitpunkt der Spaltung der Anlagen bei den Bastarden vom Erbsen-Typus. Botan. Zeit. 1902, 60, II. Abt., Sp. 79. — Hier auch die frühere Literatur.

2) Weiter *Geranium pratense*, nach brieflicher Mitteilung von Herrn CORRENS, der mich in meinem literaturfernen Exil mit freundlichem Rat unterstützt hat.

Art, wie die Sporentetraden sich ausbilden, ist ja zu erwarten, daß der einzelnen Spore der Umriß nicht durch irgendwelche vom Sporophyten vorgezeichnete Lagebeziehungen mechanisch aufgeprägt wird, die Anlage für rund könnte also unmittelbar in der einzelnen Spore, der das rezessive Allelomorph zugeteilt wird, Form gewinnen. Wenn das nicht geschieht, so ist das wohl nur unter der Annahme zu verstehen, daß das Kugligwerden der Pollenkörner, bei Vorhandensein des Gens für runde Form, ein Substrat voraussetzt, wie es nur in den Antheren des rezessiv-homozygotischen Sporophyten gegeben ist. Die Abhängigkeit der Gestaltung der verschiedensten Thallophyten von der Zusammensetzung des Nährsubstrats schließt diese Möglichkeit ja nicht aus. Jedenfalls können wir von Dominanz im gewöhnlichen Sinn bei haploiden Biotypen nicht sprechen. In der Spore selber ist ja kein genotypisches Element vorhanden, das dem Gen für runde Form entgegenarbeiten könnte, die Realisierung der runden Form wird nur durch das fremde Mittel unterdrückt. In den Fällen von Sporenfärbung, die wir oben erwähnt haben, ist echte Vererbung des dominierenden Charakters auf den genotypisch rezessiv geprägten Haplonten erst recht nicht vorhanden, es liegt vielleicht nur eine Übertragung fertig gebildeter Farbstoffe oder doch sehr weit vorbereiteter Vorstufen der Pigmente auf die Keimzellen, die selber nicht mit der Fähigkeit die betreffenden Stoffe zu erzeugen ausgestattet sind, vor.

Es könnte scheinen, als ob die Erörterung dieser Verhältnisse nur durch eine übertriebene Wertung des Generations- bezw. Phasenwechsels herausgefordert wäre. Die Mikrosporen der Blütenpflanzen können ja als Zellen des Sporophyten aufgefaßt werden, die ganz unter der somatischen, phänotypischen Induktion von seiten des auch bei Heterozygotie phänotypisch einheitlich geprägten Diplonten stehen und nicht selbständig genug werden, um sich bei genotypischer Verschiedenheit auch phänotypisch zu differenzieren. Aber es gibt tatsächlich Fälle, in denen die Pollenkörner einer Heterozygote so viel Unabhängigkeit vom Sporophyten an den Tag legen[1]). Verwunderlich ist das keineswegs, im Gegenteil. Denn nach der Isolierung der Sporenmutterzellen führt die Einzelspore doch ein Dasein, dessen Ungebundenheit sich in allerhand morphologischen Freiheiten kund tut. Es genügt, an die

---

1) Die Angabe Fockes, daß der Bastard zwischen *Melandryum album* und *M. rubrum* zwei deutlich verschiedene, mit den beiden elterlichen Typen übereinstimmende Pollenformen bildet, ist von Correns nicht bestätigt worden.

Lappenbildungen des Önotherenpollens zu erinnern, mit dem wir es nun zu tun haben.

Die Pollenkörner der gewöhnlichen, diploiden *Oenothera*-Rassen sind dreilappig, die der tetraploiden *gigas*-Mutante der *O. Lamarckiana* haben vier Lappen. Bei den triploiden *semigigas*-Formen, die durch Kreuzung diploider Sippen mit Riesentypen zu gewinnen sind, ist die Aufspaltung des Pollens in elterliche und intermediäre Sporenformen unmittelbar zu beobachten. Die Modalitäten der Chromosomenverteilung sind noch nicht ganz klar, doch unterscheiden sich die fertigen Pollenkörner in der Gestalt: sie sind teils drei-, teils vierlappig mit symmetrischer Ausbildung der

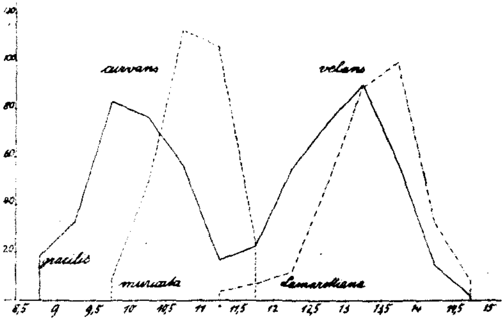


Abb. 1.

Lappen, teils haben sie drei große Haupt- und einen kleineren Nebenlappen. Die Vermutung hat einiges für sich, daß die vierlappigen Körner diploid, die dreilappigen haploid sind, und die Zwischenformen Chromosomenzahlen zwischen 14 und 7 besitzen[1]).

---

1) GATES (Tetraploid mutants and chromosome mechanisms, Biolog. Centralbl. 1918, 38, S. 128) nimmt das für *O. Lamarckiana* an, bei der gelegentlich vierlappige Körner vorkommen. — ROSENBERG (Cytologische und morphologische Studien an *Drosera longifolia* × *rotundifolia*, in K. Svenska Vetensk. Akad. Handl. 1909, Bd. 43, Nr. 11, S. 40) hat gelegentlich gefunden, daß in einer Pollentetrade des Bastardes zwei Zellen nach Größe und Form den Pollenkörnern der *D. longifolia*, zwei denen der *D. rotundifolia* glichen, ist aber über die Deutung des Befundes zu keinem ganz sicheren Urteil gekommen. Die Chromosomenverhältnisse liegen bei seinem Bastard ganz ähnlich wie bei den *semigigas*-Sippen, weil die eine Art doppelt so viel Chromosomen hat wie die andere.

Weniger auffallende Unterschiede als zwischen gewöhnlichen und Riesenformen finden sich nun in der Pollenbeschaffenheit auch zwischen verschiedenen normalchromosomigen Arten, wie *O. Lamarckiana* und *muricata*. Die voll entwickelten keimfähigen Pollenkörner der *O. Lamarckiana* sind beträchtlich größer als die entsprechenden von *O. muricata*, dazu haben die ersten zur Zeit der Bestäubung schlank-spindelförmige, die zweiten plumpere Stärkekörner. Die Maße von je 300 Pollenkörnern sind, in Mikrometerteilstrichen ausgedrückt (1 Teilstrich = 12,2 μ) und in Klassen von $^1/_2$ Teilstrich Abstand zusammengefaßt, in der Tabelle wiedergegeben, graphisch stellt den Befund die Abbildung 1 dar; als Durchmesser eines Pollenkorns ist die Entfernung zwischen den Scheitelpunkten zweier Ecklappen bestimmt. In beiden Fällen hat die Variantenverteilung ein einziges, sehr ausgeprägtes Maximum.

		8,5 bis 9	9,1 bis 9,5	9,6 bis 10	10,1 bis 10,5	10,6 bis 11	11,1 bis 11,5	11,6 bis 12	12,1 bis 12,5	12,6 bis 13	13,1 bis 13,5	13,6 bis 14	14,1 bis 14,5	14,6 bis 15	max	min.	Zahl
Lamarckiana	a						3	2	8	9	89	32	11	1	14,8	11	100
	b							*1*	*7*	*26*	*26*	*34*	*5*	*1*	*14,7*	*12*	*100*
	c							4	2	18	24	84	17	6	14,8	11,8	100
a + b + c							8	7	12	48	89	100	33	8	14,8	11	300
muricata	a			5	32	45	16	2							12	9,8	100
	b			1	7	32	50	10							12	10	100
	c			*2*	*9*	*36*	*40*	*13*							*12*	*9,6*	*100*
a + b + c				8	48	113	106	25							12	9,6	300
(Lam. mur.) gracilis	a		2	16	31	14	2	5	9	17	17	28	7	2	15	9,5	150
	b	16	26	34	8	5	5	2	8	26	44	20	6		14,5	8,5	200
	c		8	22	24	20	8	14	33	22	4				13,4	9,4	150
	d	*2*	*2*	*11*	*14*	*17*	*2*	*2*	*5*	*9*	*25*	*9*	*2*		*14,2*	*8,6*	*100*
a + b + c + d		18	88	83	77	56	17	23	55	74	90	57	15	2	14,5	8,5	600

Im Pollen des Bastardes *O. (Lamarckiana × muricata) gracilis* fallen schon bei schwacher Vergrößerung auf den ersten Blick zwei deutlich unterschiedene Größenklassen von gesunden Körnern auf. Die Messung von 600 Körnern aus vier Materialien, die auf verschiedenem Weg gewonnen sind, aber alle die Zusammensetzung *velans = curvans* haben, ergab die wieder in der Tabelle und in der Kurvenabbildung zusammengestellten Maße. Die Kurve der Variantenverteilung ist scharf zweigipflig. Wie die Variabilität der Pollengröße der beiden Arten etwas transgrediert, so treten beim Bastard nicht zwei vollkommen geschiedene Kurvenstücke auf, aber trotzdem ist jedes einzelne Pollenkorn mit Sicherheit der

einen oder der anderen Klasse zuzuweisen, weil die **Gestalt der Stärkekörner** verschieden ist: die großen Pollenkörner haben spindelige, die kleinen kurz walzenförmige bis fast kugelige Stärke (Abb. 2). Dazu ist die Sporenhaut, besonders die Intine an den Eckklappen, meistens deutlich dünner bei spindeliger Stärke als bei der plumpen Form. Wenn wir diese Charaktere als ausschlaggebend ansehen, so erweist sich die Größe der beiden Pollenklassen als genau gleich: auf 100 Körner mit spindeliger Stärke kommen 100 mit plumper Stärke.

Aus der Kreuzung *O. biennis* × (*Lam.* × *muric.*) *gracilis* ist mir bekannt, daß die *gracilis* zweierlei aktive Pollentypen besitzt,

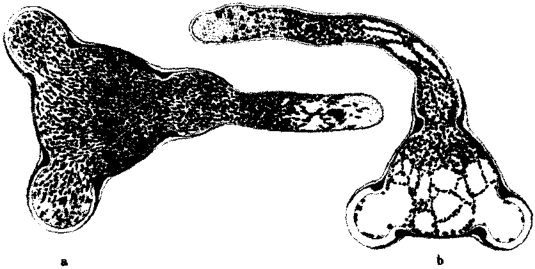


Abb. 2. Gekeimte Pollenkörner von *O.* (*Lamarck.* × *muricata*) *gracilis*. a) *velans*-, b) *curvans*-Korn.

velans (von *Lamarckiana*) und *curvans* (von *muricata*). Die *velans*-Verbindungen (*velutina* und *fallax*) treten aber viel häufiger auf als die *curvans*-Verbindung (*bienni-gracilis*), woraus ich den Schluß gezogen habe, daß der *curvans*-Pollen langsamer wächst als der *velans*-Pollen[1]). Bei der Kreuzung *O. Lamarckiana* × (*Lam.* × *mur.*) *gracilis* habe ich überhaupt nur *Lamarckiana* = *gaudens*(♀) · *velans*(♂) zu sehen bekommen, keine *gracilis* = *velans* · *curvans*; hier ist der *curvans*-Pollen also vielleicht überhaupt nicht ans Ziel gelangt.

Nun lassen sich in einem Griffel, der mit *gracilis*-Pollen bestäubt ist, die Pollenschläuche an der Stärkeform gut unterscheiden; daß die Keimschläuche der beiderlei Pollenformen recht verschieden aussehen, besonders nach der Behandlung mit Jod,

1) Diese Berichte 1918, Bd. 35, S. (25).

zeigt die Abbildung 2; die wiedergegebenen Pollenkörner sind auf Glas in kleinen feuchten Kammern zur Keimung gebracht. Die Zerlegung von mit *gracilis*-Pollen belegten *Lamarckiana*-Griffeln hat aber ergeben, daß die Pollenschläuche mit spindelförmiger Stärke den anderen zum größten Teil weit vorauseilen, somit nach dem Ergebnis der Züchtungsversuche den Komplex *velans* in sich führen. Wir dürfen also den Schluß ziehen: die großen Pollenkörner des Bastardes *O. (Lamarckiana* × *muricata) gracilis* sind *Lamarckiana*- oder genauer *velans*-Pollen, die kleinen sind *muricata*- oder genauer *curvans*-Pollen. Die beiden Gipfel der *gracilis*-Kurve fallen mit den Gipfeln der Kurven von *muricata* und *Lamarckiana* nicht zusammen, und auch die Minimalgröße ist bei *gracilis* kleiner als bei *muricata*, die Pollenzellen des Bastards sind also im Mittel kleiner als die entsprechenden Sporen der Elterarten. Das kann sehr wohl eine Wirkung des diploiden Bastardsoma sein, doch ist zur sicheren Entscheidung der Frage noch umfangreicheres Erfahrungsmaterial nötig.

Was MENDEL geahnt hat, ist hier mit Augen zu sehen. Der Bastard erzeugt zweierlei Keimzellen — in Wirklichkeit wahrscheinlich noch mehr Klassen, denn es sind zahlreiche früh absterbende, leere Pollenkörner vorhanden —, die den Keimzellen der Elterarten entsprechen. Und so wie die gekeimten Pollenkörner der Arten als morphologisch wohl unterscheidbare Gamontenpflänzchen erscheinen, so zerfällt die haploide Generation des Bastards, soweit sie lebensfähig ist, in zwei genau gleich große Klassen gut geschiedener Biotypen mit verschiedenem morphoogischem Habitus und verschiedenem physiologischem Verhalten.

Der geschilderte Fall ist unter den mir bis jetzt bekannt gewordenen der prägnanteste, aber die Möglichkeit, auf statistischem Wege, durch Ermittlung der Häufigkeitsverteilung in den Größenklassen, morphologische Zweiförmigkeit des Pollens festzustellen, ist bei solchen Önotherenformen, deren Pollen durch Züchtungsversuche als ditvp erwiesen ist, ganz gewöhnlich[1]). Für *Oenothera Lamarckiana* allerdings gilt das nicht, wie die oben mitgeteilten Zahlen zeigen; entweder unterscheiden sich die *velans*- von den *gaudens*-Pollenkörnern gar nicht in der Größe, oder die Mittelwerte liegen so nahe beieinander, daß eine Zweigipfligkeit der Variationskurve nur bei großen Zahlen der Kornindividuen und bei kleinen

1) CORRENS (Über Bastardierungsversuche mit *Mirabilis*-Sippen, diese Berichte 1902, Bd. 20, S. 604) berichtet, daß *M. jalapa* kleinere Pollenkörner hat als *M. longiflora* und daß im tauglichen Pollen des Bastardes deutlich geschiedene Größenklassen n i c h t auftreten. Der Pollen ist aber auch sicher nicht ditvp, sondern polytyp.

Abständen der Größenklassen deutlich zum Vorschein kommt. Dafür ist ein Unterschied in der Wachstumsgeschwindigkeit, wie ich ihn früher vermutet habe, durch das Bestäubungsexperiment sichergestellt. Wird *O. biennis* mit *Lamarckiana*-Pollen reichlich bestäubt, so überwiegt in der bekanntlich zweiförmigen F_1 die *velutina* weit über die *laeta*, dagegen sind bei spärlicher Bestäubung die beiden Zwillinge ziemlich genau gleich häufig. Das ist nur so zu verstehen, daß die *gaudens*-Pollenschläuche im Mittel hinter den *velans*-Schläuchen zurückbleiben und, falls die Zahl der Pollenschläuche größer ist als die der verfügbaren Samenanlagen, infolge der Konkurrenz seltener zur Ausführung der Befruchtung kommen als ihrer relativen Zahl auf der Narbe entspricht[1]).

Auch die Forderung des Gegenstücks des *gracilis*-Typus, nämlich die, daß Formen mit erfahrungsgemäß monotypem Pollen eine eingipflige Variabilitätskurve der Pollengröße liefern, ist erfüllt. Diese eingipflige Kurve tritt aber nur dann auf, wenn bloß die keimfähigen Sporen gemessen werden. Neben den guten Pollenkörnern finden sich nämlich bei heterogamen Formen, wie *O. biennis, muricata, O. (biennis × Lamarckiana) laeta* und *velutina*, in genau gleicher Zahl auch keimungsunfähige, noch recht weit entwickelte, oft anders geformte Stärke führende, meist kleinere Körner, von denen wir mit viel Wahrscheinlichkeit annehmen dürfen, daß sie den jeweils inaktiven, im Züchtungsexperiment sich nicht offenbarenden Komplex darstellen. Auch hier ist also die Aufspaltung in zwei Klassen augenfällig. Es handelt sich hierbei nicht um die ganz leeren noch viel kleineren Körner, über die z. B. GEERTS sehr umfangreiche Untersuchungen angestellt hat und die außer bei den heterogamen Arten *biennis* und *muricata* auch bei der isogamen *Lamarckiana* vorkommen. Was diese ganz schlechten Sporen bedeuten, ist noch nicht klar, vielleicht enthalten sie Anlagenkomplexe, die aus Elementen der beiden reinen Komplexe gemischt sind. Jedenfalls ist zwischen der Pollenbeschaffenheit der heterogamen und der der isogamen Komplexheterozygoten die nach der Theorie geforderte Beziehung hergestellt. Reichliches Beobachtungsmaterial soll zu gelegener Zeit mitgeteilt werden.

Ulm, im Januar 1919.

---

1) Vergleiche dazu CORRENS, Ein Fall experimenteller Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Berlin 1917, Bd. 51, S. 685—717.

18. N. Bezssonof[1]: Über die Züchtung von Pilzen auf hochkonzentrierten rohrzuckerhaltigen Nährböden und über die Chondriomfrage.

(Mit Taf. I.)

(Eingegangen am 15. Februar 1919.)

Angaben über das Wachstum von Mikroorganismen auf stark rohrzuckerhaltigen Substraten finden sich meines Wissens nur in der die Zuckerfabrikation betreffenden technischen Literatur. In einer hierher gehörenden Arbeit von A. Schöne[2]) sind, abgesehen von ausführlichen Mitteilungen über die verschiedenen bei der Infektion des Rohzuckers beteiligten Bakterienarten auch einige Notizen über die dabei beteiligten Eumyceten enthalten. Eine Beschreibung des mikroskopischen Befundes bei diesen auf stark rohrzuckerhaltigen Nährböden gezüchteten Pilzen ist jedoch in der Arbeit nicht enthalten. Die von mir bei Verwendung von hochkonzentrierten Rohrzuckerlösungen zuerst festgestellte und beschriebene Fruchtkörperbildung bei *Penicillium glaucum*[3]), *Aspergillus oryzae* und *Rhizopus nigricans*[4]), also bei Pilzen, deren Sexualitätsformen auf anderen Nährmedien entweder noch nie (*Aspergillus oryzae*) oder nur sehr selten (*Rhizopus nigricans*) beobachtet wurden, hat mich veranlaßt, die begonnenen Untersuchungen weiterzuführen. Es kam mir vor allem darauf an, den kausalen Zusammenhang zwischen dem Pilzwachstum auf diesen Nährböden einerseits und der Entstehung der Sexualität andererseits eingehend zu prüfen.

Wie schon aus meiner vorläufigen Mitteilung zu ersehen ist, war bei der Auswahl der zu untersuchenden Pilze für mich der

1) Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Beobachtungen werden demnächst in ausführlicher Form im Zentralblatt für Bakt. II. Abt. mitgeteilt werden.

2) A. Schöne, Bakteriologische Untersuchungen und Betrachtungen über das Lagern von Rohzuckern. Die deutsche Zuckerindustrie Bd. 31, Nr. 34, 1906, S. 1342.

3) N. Bezssonof, Über die Bildung der Fruchtkörper des *Penicillium glaucum* in konzentrierten Zuckerlösungen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 36, H. 9, 1918.

4) N. Bezssonof, Über das Wachstum der Aspergillaceen und anderer Pilze auf stark zuckerhaltigen Nährböden. (Vorl. Mittlg.), Ebenda, Bd. 37, 1919.

Gesichtspunkt maßgebend, solche Arten auf zuckerhaltigen Nährböden zu züchten und zu untersuchen, die auf den gewöhnlichen Medien keine Erscheinungen von Sexualität zeigen.

Es mögen nun die hauptsächlichsten Beobachtungen, die ich bei der Züchtung verschiedener Schimmelpilzarten auf rohrzuckerhaltigen Nährböden gemacht habe, in Kürze folgen:

Penicillium glaucum Brefeld (Link.). Die Angaben der früheren Autoren über die Fruchtkörperbildung bei *Penicillium glaucum* gehen auseinander. BREFELD[1] hat 1874 eine solche in Form von Perithezien und Koremien geschildert, im gleichen Sinne berichtet HENNINGS[2]) 1898, dagegen sprechen WINTER (1887) und GUÉGUEN (1898) von Sklerotien. 1913 hat SCHILBESZKY[3]) das Vorkommen von weißen keulenförmigen Koremien von *Penicillium glaucum* auf härteren Birnen- und Zitronenstücken mitgeteilt. Da ich die Perithezienbildung bei *Penicillium glaucum* in Zuckerlösungen bereits in meiner ersten Mitteilung näher beschrieben habe, glaube ich von einer Wiederholung absehen zu dürfen.

Aspergillus oryzae Cohn. Perithezienbildung konnte ebenfalls in konz. Zuckerlösung festgestellt werden. Nur waren bei einem späteren Versuch die Fruchtkörperanlagen viel seltener als beim ersten. Ich hatte den Eindruck, als ob der von Zuckergelatine auf Zuckergelatine weiterverimpfte Pilz sich an dieses Substrat allmählich gewöhnt hatte, eine Erscheinung, die auch bei andern Pilzarten, z. B. bei *Rhizopus nigricans* zu beobachten war (s. Fig. 1).

Aspergillus Wentii Wehmer. Der Pilz wurde auf 65 proz. Rohrzuckergelatine geimpft; nach 5tägigem Stehen bei 37°[4]) begann gutes Wachstum. Fig. 4 zeigt die Entwicklung des Pilzes am 7. Tag nach der Impfung. Nach 7tägigem Aufenthalt bei 37° wurde die Kultur 16 Stunden lang bei Zimmertemperatur (ca. 14°) gehalten und dann mikroskopisch untersucht. Hierbei zeigte sich, daß der Pilz durch die starke Temperaturerniedrigung erheblich gelitten hatte. Der Versuch wurde deshalb wiederholt; bei der Wiederholung wurde jedoch die Kultur nach dem Aufenthalt bei 37° für 24 Stunden in den 30°-Brutschrank gestellt. Diesmal waren Anfangsstadien von Perithezien-Anlagen festzustellen. Die

1) BREFELD, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze, Heft 2: Die Entwicklungsgeschichte von *Penicillium*, Leipzig 1874.

2) Cit. nach LAFAR, Techn. Mykologie, Bd. 4, 1907, S. 225.

3) SCHILBESZKY, Beitr. z. Morphologie u. Physiologie von *Penicillium*. Mathemat. u. naturwissenschaftl. Ber. aus Ungarn, 1913, S. 118.

4) Die 65proz. Rohrzuckergelatine blieb bei dieser Temperatur fest.

älteste Perithezienanlage, die ich hierbei finden konnte, ist in Fig. 2 u. 3 festgehalten. Man sieht, daß das große, leicht spiralförmig gebogene, anscheinend nur einzellige Askogon von Umhüllungshyphen umwickelt ist, die mit basalen Zellen in Verbindung stehen.

Die Askogone von *Aspergillus Wentii* übertreffen durch ihre Größe die Askogone der anderen Aspergillaceen.

Obgleich das Wachstum auf 65proz. Zuckerlösung nicht gerade ein sehr gutes war, so waren die Kolonien doch ohne Hilfe einer Lupe deutlich zu erkennen. Mikroskopisch war hier das blasse Aussehen und die Durchsichtigkeit der Hyphen (Fig. 9 u. 10), eine Erscheinung, die als Folge des Wachstums auf stark zuckerhaltigen Nährmedien auch bei den andern Mycelien mehr oder weniger ausgeprägt war, besonders deutlich zu sehen. Die Plasmagranulation war äußerst fein und zeigte nur eine geringe Dichtigkeit.

Rhizopus nigricans Ehrenb. In geimpften Kulturröhrchen mit 48,7proz. Rohrzuckerlösung war nach zweitägiger Keimung bei 25° gutes Wachstum vorhanden. 4 Tage nach der Impfung wurde die Kultur 12 Stunden lang bei Zimmertemperatur (18°) stehen gelassen, worauf reichliche Bildung von Zygosporen in verschiedenen Stadien zu beobachten waren. Früher wurden von DE BARY 1868, VAN TIEGHEM 1875, EIDAM 1883, WEVRE 1892, COKER 1903, BLAKESLEE 1904 und 1906 und NAMYSLOUSKI 1906[1]), sowie von CORMIK 1912[2]) Zygosporenbildung bei *Rhizopus nigricans* festgestellt. Daß diese Erscheinung jedoch etwas ungewöhnliches ist, zeigt ein Blick in die Bestimmungstabellen von HANZAWA 1915[3]); dieser Autor gibt an, daß sich *Rhizopus nigricans* von *Rhizopus nodosus* durch die fehlende Zygosporenbildung und die ausschließlich sporangiale Fruktifikation unterscheiden läßt. Die Zygosporenbildung hörte bald auf, und an ihre Stelle trat eine ziemlich reichliche Gemmen- (Chlamydosporen-) Entwicklung, die auch in den durch Weiterimpfung aus dem ersten Röhrchen gewonnenen Kulturen vorhanden war. Das Auftreten von Chlamydosporen war aus dem Grund besonders interessant, weil LAFAR[4])

---

1) Cit. nach LAFAR, Techn. Mykologie, Bd. 4, Jena 1907, S. 482.

2) M. CORMIK, Development of the Zygospore of *Rhyzopus nigricans*. Bot. Gaz., 58. Bd., 1912.

3) HANZAWA, Studien über einige *Rhizopusarten*. Mykolog. Zentralbl., Bd. 5, 1915, S. 280.

4) LAFAR, l. c. Bd. 4, p. 498.

in ihrem Fehlen ein Unterscheidungsmerkmal gegen *Rhizopus oryzae* erblickte. Junge Chlamydosporen sind auf der Fig. 5 zu sehen.

Um die Zygosporenbildung zu wiederholen, wurde nochmals von einer auf gewöhnlicher Würzegelatine fortgezüchteten Kultur auf 48,7 % Rohrzucker enthaltenden Nährlösung geimpft. Dieses Mal trat jedoch typische Azygosporenbildung ein. Die Ursache für diese Erscheinung lag wahrscheinlich darin, daß die Zimmertemperatur nur zirka 12° (beim ersten Versuch 18°) betrug. Außerdem muß man aber auch an die von BLAKESLEE gemachte Beobachtung denken, daß es für die Zygosporenbildung bei *Rhizopus nigricans* notwendig ist, daß sich Hyphen aus verschiedenen Mycelien treffen. Die Azygosporenbildung war für *Rhizopus nigricans* auch noch nicht beobachtet. Die Bildung einer jungen Azygospore zeigen die Fig. 6 und 7. Die frisch gebildete zarte Scheidewand, die die Azygospore von ihrem Träger trennt, liegt in derselben Ebene wie die Querwand des Trägers und ist deshalb auf der photographischen Abbildung *nicht zu sehen. Die* reifen Azygosporen waren mit einer gelbgefärbten, leicht warzigen Membran, die mit derjenigen der Zygosporen große Ähnlichkeit hatte, überzogen. Die Azygosporen trennten sich von ihrem Träger oft schon bevor die erste Membran sich verdichtete und undurchsichtig wurde. Eine reifende Azygospore ist in Fig. 8 abgebildet. Bei Züchtung auf flüssigem Rohrzuckernährboden war Sporangienbildung in keinem Falle zu beobachten. Die Zygo- und Azygosporen keimten zu einem einfachen, vegetativen Mycelium aus. Nachdem ich im Verlauf eines Monats den Stamm dreimal auf 48,7 % Rohrzucker enthaltenden Lösungen weitergeimpft hatte, ohne daß es zur sporangialen Fruktifikation gekommen wäre, überimpfte ich ihn auf 50 proz. Zuckergelatine; auf diesem festen Substrat kam es bereits nach viertägigem Wachstum zu reichlicher Bildung typischer Sporangien. Sporangienbildung konnte jedoch auch auf flüssigen Zuckersubstraten beobachtet werden, wenn der Nährlösung 0,01 % $CaCO_3$ zugesetzt wurden.

Zusammenfassend läßt sich auf Grund der hier besprochenen Versuche sagen, daß durch die Züchtung von Schimmelpilzen auf stark rohrzuckerhaltigen Nährböden die Entwicklung des sexuellen Plasmas hervorgerufen bezw. gefördert wird.

Im Anschluß an diese Feststellung mögen einige kurze theoretische Betrachtungen, die sich mit dem Zustandekommen dieses vom biologischen Standpunkt aus äußerst interessanten Phänomens befassen, folgen.

Beobachtungen bez. der Atmung verschiedener Teile einer Blume[1]) haben gezeigt, daß das Perianth energischer atmet als die Laubblätter, daß jedoch die Atmung der Antheren und Pistille am stärksten ist. Diese beiden Erscheinungen, daß nämlich einerseits die Oxydationsvorgänge beim Reifen der sexuellen Organe besonders hervortreten und daß andererseits gerade eine Hemmung der Oxydation die Sexualität hervorruft[2]), stehen m. E. in einem *engeren Zusammenhang*. *Um diese inneren Beziehungen eindeutig beweisen* zu können, ist es notwendig, zunächst gewisse Vorgänge im Chondriom, die bis zu einem bestimmten Grad bei jedem Vermehrungsprozesse, insbesondere jedoch bei der Entstehung sexueller Zellen vor sich geben, näher ins Auge zu fassen.

Der Begriff „Chondriom" wird von den verschiedenen Autoren in verschiedenem und sehr unklarem Sinne gebraucht[3]). Hierzu ist zu bemerken, daß die Chondriomsubstanz sich mit Hilfe spezifischer Kernfarbstoffe, z. B. mit Hämatoxylin nach HEIDENHAIN nachweisen läßt, auch wenn durch ungeeignete Fixierung die morphologische Struktur des großen Chondriokonten beschädigt ist (angebl. durch Zerstörung seiner Hülle). Diese Tatsache hat *auch* FAURÉ-FREMIET *bestätigt*[4]), *denn er gibt an, daß selbst nach der Auf*lösung der Blastosomen (Chondriosomen) ein färbbares Substrat zurückbleiben kann. Bezüglich der Ansicht, daß der spezifischen Wirkung verschiedener Fixationsmittel auf die Chromosomen bei der Beurteilung ihres chemischen Inhalts die ausschlaggebende Rolle zukommt, ist folgendes anzuführen: der Beweis für die Spezifität der schädigenden Wirkung auf Chromosomen ist wohl am besten für die Essigsäure erbracht[5]). Die Wirkung der verdünnten Essigsäure konnte jedoch nicht durch die chemische Zusammensetzung der Chromosomen erklärt werden[6]). Andererseits ist das Fixierungsgemisch LEWITSKY[7]), das freie Chromsäure enthält, eines der besten Konservierungsmittel für das Chondriom. Diese Verschiedenheit im Verhalten der beiden Säuren entspricht ihrer verschiedenen Stellung in den HOFMEISTERschen

1) MAIGE, Recherches sür la respiration des différentes pièces florales. Thèse, Paris 1911.

2) N. BEZSSONOF, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 36, 1918, H. 4 und Bd. 37, 1919.

3) Vgl. DANGEARD, Über die Natur des Chondrioms und seine Bedeutung in der Zelle. C. r. de l'Acad. des Sciences, Bd. 166, 1918, H. 8. A. GUILLERMOND, Über das Metachromatin und die phenolartigen Verbindungen, ebenda, p. 862 u. 958. Sur l'origine mitochondr. des plastides, ebenda Bd. 167, 1918, p. 430. Bemerkungen über die Mitochondrien und ihre Verwandlung in Plastiden. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 32, 1914, S. 282.

4) DUESBERG, Plastosomen „Apparato reticolare interno" u. Chromedialapparat. Ergebn. d. Anat. u. Entw. Bd. 20, 1911, S. 596.

5) DUESBERG, l. c. S. 602.

6) DUESBERG, l. c. S. 618.

7) G. LEWITZKY, Üb. d. Chondriosomen in pflanzlichen Zellen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 28, H. 10, 1910, und Vergleichende Untersuchungen üb. d. Chondriosomen in lebend. u. fixierten Pflanzenzellen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 29, H. 10, 1911.

Anionenreihen[1]). Es ist ja bekannt[2]), daß stark dissoziierende, besonders polyvalente Säuren (im vorliegenden Falle die Chromsäure) die Quellung alkalisch reagierender Gallerten hemmen und die Gelatinierung fördern, während die schwachen Anionen (in diesem Falle $C_2H_3O_2$) gerade das Gegenteil bewirken. Das würde dafür sprechen, daß die verschiedene Wirkung differenter Fixatoren auf die Chondriosomen weniger auf deren chemischer Zusammensetzung als vielmehr auf deren colloidalem Zustand beruht. Zahlreiche Autoren versuchten, die Chondriosomen bezüglich ihres Verhaltens nicht nur gegenüber Fixierungsmitteln, sondern insbesondere auch gegenüber Farbstoffen zu charakterisieren. Diese Untersuchungen sind, soweit es sich um spezifische Kernfärbungen handelt, besonders wichtig; nach den Befunden von R. HERTWIG, GOLDSCHMIDT und ihren Schülern, sowie nach GIRARD[3]) müssen die Chondriosomen zu den Kernsubstanzen gehören.

Was die biogenische Tätigkeit[4]) der Chondriosomen anbetrifft, läßt sie sich nur durch die Annahme erklären, daß sie die Träger von Komponenten der verschiedenen Fermentkomplexe darstellen. Diese Anschauung und in noch höherem Maße die weiter unten für das Entstehen von sexuellem Plasma bei der Züchtung von Schimmelpilzen in rohrzuckerhaltigen Nährböden zu gebende Erklärung werden ferner durch folgende Tatsachen gestützt: Erstens hat es sich herausgestellt, daß bei der sogenannten „zellfreien Atmung" der Hauptanteil des Sauerstoffverbrauchs auf abzentrifugierbare Granula des Zellplasmas entfällt[5]), sodann konnte in den Plasmagranulationen der Drüsen und Muskelfibrillen Oxydase direkt nachgewiesen werden[6]). Von den verschiedenen Auffassungen über die Selbständigkeit der Chondriosomen, von ihren Beziehungen zum Kern und von der ihnen zu vindizierenden Rolle als Träger der die Vererbung regulierenden Faktoren wird in den oben erwähnten bevorstehenden Veröffentlichungen die Rede sein.

---

1) F. HOFMEISTER, Arch. f. exp. Path. u. Pharm., Bd. 28, 1891. — PAULI, Arch. f. ges. Physiol. Bd. 78, 1899 u. HOFMEISTERs Beitr. Bd. 3, 1902 u. Bd 5, 1903. — HÖBER, Beitr. z. chem. Phys. Bd 11, 1907, S. 85. — POSTERNAK, Ann. de l'inst. Pasteur. T. 15, 1901. — Cit. zum Teil nach HÖBER, phys. Chemie d. Zelle und der Gewebe, Leipzig 1914, S. 308 u. 322.

2) LEONARD CASSUTO, Allgem. kolloidale Chemie, Russische Auflage, Petrograd 1915, S. 128/131 u. 134. (Das Buch ist in deutscher Übersetzung erschienen.)

3) DUESBERG, l. c. S. 596 und 669.

4) Vgl. FR. MEVES, Die Chloroplastenbildung bei den höheren Pflanzen u. die Allinante von A. MEYER, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 34, 1915. — FR. MEVES, Historisch-kritische Untersuchgn. üb. d. Plastosomen d. Pflanzenzellen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 89, 1916, H. 3. — GUILLERMOND, A., l. c., Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 32, 1914, S. 288. — S. a. LEWITZKY, Die Chondriosomen als Sekretbildner bei den Pilzen, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 30, 1913, H. 9. — REGAUD, Les mitochondries du protoplasma considérées comme les agents électiques et pharmacopiques de la cellule. Revue de Méd. 1911.

5) O. WARBURG, PFLÜGERS Arch. Bd. 154, 1913 u. Bd. 158, 1914, sowie Ergebn. d. Physiol. Bd. 14, 1914.

6) W. H. SCHULTZE, ZIEGLERs Beiträge Bd. 45, 1909. — E. V. GIERKE, Münch. med. Wochschr. 1911, Nr. 44. — Conf. GRAEFF, Frankfurter Ztschr. f. Pathol., Bd. 11, 1912.

Meinem Dafürhalten nach sind unter Chondriomen diejenigen Zelleinheiten zu verstehen, die, wenn auch in verschiedenem Grade, mit den typischen Kernfärbungen sich nachweisen lassen, die dementsprechend Verbindungen der Nucleinsäure, vielleicht auch einzelne Nucleotiden[1]) enthalten[2]). Der Kern selbst, soweit ein solcher vorhanden ist, bildet zusammen mit seiner Nucleole resp. mit seinen Nucleolen[3]) den Zentralknoten des ganzen Chondriomcanevas. Letzteres besteht nicht nur aus dem Mitom im Sinne von MEVES, d. h. aus dem Komplex für den MEVES[4]) erst die Bezeichnung Chondriosomen, später Plastosomen vorgeschlagen hat, vielmehr müssen, der eben gegebenen Definition folgend, auch die in Pilzen und Bakterien vorkommenden, nur als Reservestoffe angesehenen Volutinkörnchen[5]), ferner die im Cytoplasma verbreiteten Chromatinkörnchen zu dem Chondriom gerechnet werden. Die Chromatinkörnchen sind oft als feinste Granulationen vorhanden. Wenn der Dispersitätsgrad solcher Granulationen sehr hoch ist, sind die einzelnen Granula als solche nicht mehr zu unterscheiden; ihre Gegenwart verrät sich jedoch durch eine diffuse Färbung des Plasmas bei der Anwendung von Kernfarbstoffen. Für diese

1) Zu der Annahme von einzelnen Nucleotiden im Cytoplasma ist man durch die Tatsache berechtigt, daß die Nucleinsäure durch chemische und auch durch fermentative Wirkungen in gepaarte und dann auch in einzelne Nucleotiden sich spalten läßt Jones, Nucleic Acids London 1914, p. 77. Das Zustandekommen derartiger Spaltungen läßt sich durch die von FEULGEN (über den Bau der echten Nucleinsäure, Ztschr. f. physiol. Chem. Bd 101, 1915) angegebene korrigierte Formel besser als mit der LEVENischen Formel erklären:

Na-Phosphorsäure-Kohlenhydrat-Guanin

Na-Phosphorsäure-Kohlenhydrat-Cytosin

Na-Phosphorsäure-Kohlenhydrat-Thymin

Na-Phosphorsäure-Kohlenhydrat-Adenin.

2) Die Fähigkeit der Nucleinsäure mit basischen Farbstoffen zu echten kolorierten Salzverbindungen zusammenzutreten, wurde durch die Arbeiten von FEULGEN bewiesen. Ztschr. f. physiol. Ch. 84, 1913 u. 88, 1915.

3) Die neueste Bestätigung des Nucleingehalts des typischen Nucleolen findet sich in der Arbeit von ART. MEYER, Die biologische Bedeutung der Nucleolen, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 35, 1917, S. 333.

4) DUESBERG, l. c. S. 598.

5) „Nach den vorliegenden Untersuchungen kann es als sicher gelten, daß die Volutine der Hauptsache nach aus Nucleinsäure bestehen." O. TUNMANN, Pflanzen-Mikrochemie, Berlin 1913. — ART. MEYER, Orientierende Untersuchungen üb. Verbreitung, Morphologie u. Chemie d. Volutins, Bot. Zeitg. Bd. 62, 1904.

Zustandsform des Chondrioms glaube ich die Bezeichnung „Subchondriom" vorschlagen zu dürfen; die einzelnen amikroskopischen Granula wären dann mit dem Namen „Subchondriomiten" zu belegen.

Bildet demnach die Färbbarkeit mit Kernfarbstoffen, d. h. die Nucleinnatur das erste Kennzeichen des Chondrioms, so wird es weiterhin durch seine biogenische Tätigkeit in seiner Eigenschaft als typischer Bestandteil der lebenden Substanz charakterisiert.

Eine für die ganze Chondriomfrage außerordentlich wichtige Erscheinung ist die weitgehende Dispersität der Chondriosomen, die sich in das „Subchondriom" verwandeln. So spricht NAVASCHIN[1] von der Chondriosomenbildung aus feinsten, vom Auge nicht unterscheidbaren Granulationen des Plasmas in den jungen Zellen des Wurzelmeristems (von *Galtonia*). Nach seiner Ansicht zerfallen die Chromosomen der keimenden Pollenkörner in derartig feinste Granulationen; er bezeichnet diesen Vorgang als „Verstaubung" der Chromosomen. Darin, daß bei der *Reifung der sexuellen Zellen* eine weitgehende Steigerung des Dispersitätsgrades der Chondriomeinheiten sich vollzieht, stimmen alle in der Chondriomliteratur[2]) vorhandenen Angaben überein. Dagegen ist die Frage, wie weit einerseits diese Dispersität der Chondriosomen gehen kann, ob andererseits bei der Reifung der Eizelle oder der Spermatiden *alle* Chondriosomen *aufgelöst* werden, ob diese Auflösung eine vollständige ist oder nicht, heiß umstritten. Mit der Steigerung des Dispersitätsgrades der Chondriome sind zwei Erscheinungen aufs engste verknüpft: *Erstens verliert eine mit hochspezialisierten Funktionen* ausgerüstete Chondriokonte bei ihrer Zerstückelung (Zerfall in Granula) ihre spezifische Ausrüstung, so daß der vorher „maskierte" Nucleingehalt (Chromatinnatur) der Chondriosome wieder zum Vorschein kommt. Als weitere Folge bedingt die Steigerung der Dispersität eine Vergrößerung der Gesamtoberfläche und *damit auch eine Steigerung der chemisch-physikalischen Aktivität der Chondriosomen*, da doch die Oberfläche der Sitz der chemischen Wirkungskräfte ist. Der bei der Steigerung der Dispersität erfolgenden Zunahme der Aktivität geht also eine durch den Verlust erworbener Eigenschaften bedingte Abnahme der Spezifität parallel. Die durch Vergrößerung der Oberfläche gesteigerte Aktivität bedingt andererseits eine Herabsetzung der *Konstanz der Chondriomeinheiten*, weil ihre Masse nunmehr den Einwirkungen des Milieus in erhöhtem Masse ausgesetzt ist. Der Kern ist die größte, zu einem zusammenhängenden Komplex vereinigte Anhäufung von Nucleaten in der Zelle; dieser physikaische Zustand bürgt für die Konstanz seiner Eigenschaften.

Als weitere Folge der Vergrößerung der Chondriosomenoberfläche *ist eine erhöhte Färbbarkeit zu beobachten.* Wenn nämlich eine bestimmte Menge von Chromatin nur in Form von einigen

---

1) NAVACHIN, l. c. S. 29.

2) Die Literatur über Chondriom bis zum Jahr 1911 einschließl. findet sich bei DUESBERG, l. c. — Weitere Literatur bei GUILLIERMOND, l. c., Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1914, sowie bei FR. MEVES, Histor. kritische Untersuchungen üb. d. Plastosomen d. Pflanzenzellen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 89, H. 3, 1916.

Körnern vorhanden ist, so kann die die Kernfarbstoffe fixierende Oberfläche so klein sein, daß die Partikel dem Auge entgehen können. Infolge der Vergrößerung der Oberfläche wird dieselbe *Menge Chromatin* jedoch weit mehr Farbstoff fixieren können, das Plasma wird dementsprechend eine bedeutend stärkere Färbbarkeit aufweisen. Dieses Phänomen hat eine große Bedeutung für die Beurteilung der Dispersitätsänderungen des Chondrioms.

Das bisher über das Chondriom Gesagte mußte ich der Besprechung *der Entstehung des Sexualplasmas bei den Schimmelpilzen* notwendigerweise vorausschicken, da es die Grundlage für meine weiteren Ausführungen und für den Standpunkt, den ich in der ganzen Frage einnehme, bildet. Schon bei früheren Versuchen, die das Entstehen des Peritheziums einer Erysibaceenart zum Gegenstand hatten[1], ist es mir aufgefallen, daß sich das die Fruchtkörperanlagen produzierende Mycelium sehr gut durch sein Verhalten zu den Farbstoffen und durch den zarten Bau seines Plasmas unterscheiden läßt. Diese Erscheinung findet sich nicht nur bei den Erysibaceen, man kann vielmehr ganz allgemein von einem sexuellen Mycelium sprechen, dessen Hauptmerkmal darin besteht, daß sein Plasma in bestimmten Stadien sehr fein granuliert erscheint. Ebenso wie bei der Reifung der sexuellen Kerne das von diesen aufgesaugte Chondriom[2]) der generativen Zelle fein verteilt werden muß, so müssen auch diejenigen somatischen Zellen, die die Träger von Sexualorganen sind, durch Steigerung der Dispersität ihrer Chondriomeinheiten die Auswanderung der Nucleate in die generativen Zellen fördern.

Beim Wachstum in hochkonzentrierten Rohrzuckernährböden muß der betr. Pilz um den Verteilungskoeffizient der Sauerstoff-Wasser-Verbindungen zu seinen Gunsten zu verschieben, die Sauerstoffaufnahme beschleunigen. Infolge davon muß die Leistungs-

---

1) N. BEZSSONOF, Notice sur le dévelopement du périthèse de Sphaerotheca mors uvae, Bull. de la Soc. mycolog. de France, Bd. 29, 19 3.

2) Von den vielen Autoren, die von einer Vergrößerung des Kernvolumens auf Kosten der im Cytoplasma befindlichen Nucleaten berichten, sei MASING angeführt. Dieser hat die Nucleinsäure und die Purinbasen in den Seeigeleiern vor der Befruchtung und 9 Stunden danach (vor der Furchung) quantitativ bestimmt. Trotz der sehr großen Zunahme des sichtbaren Kernvolumens waren die Mengen von Nuclein-Phosphor beidemale ungefähr gleich groß. MASING schließt aus seinem Befunde, daß das unbefruchtete Ei eine bedeutende Menge Nucleinsäure enthält, die schon im Protoplasma vor der Furchung vorhanden ist. (E. MASING, Über das Verhalten der Nucleinsäure bei der Furchung der Seeigeleier. HOPPE-SEYLERs Ztschr. f. physiol. Chemie. Bd. 67, 1910.)

fähigkeit der Oxydationsgranula, der Chondriomiten gesteigert werden. Diese Steigerung besteht jedoch in einer Erhöhung des Dispersitätsgrades, oder mit andern Worten, in einer Vergrößerung der Oberfläche der Chondriosomen. Aber gerade der Zustand großer Dispersität des Chondrioms ist die notwendige Voraussetzung für die Entstehung von sexuellem Plasma und Kern.

Wenn wir nun wieder zum Ausgangspunkt unserer Betrachtungen, zu dem Beispiel der gesteigerten Atmung der sexuellen Organe von Blumen zurückkehren, so können wir unter Zugrundelegung der eben entwickelten Gesichtspunkte sagen, daß bei der Blume diese energischere Atmung durch die für die Reifung der generativen Zellen erforderliche Dispersität des Chondrioms bedingt wird. Der Pilz andererseits formt, um dem drohenden Erstickungstod zu entgehen und den Sauerstoffmangel zu beheben, sein Chondriom um, und gerät dadurch in den Sexualzustand. Kann der Pilz diese Verteilung seines Chondrioms nicht durchführen, so ist sein Wachstum auf den stark zuckerhaltigen Substraten nur sehr schwach, die Sexualität bleibt dann aus, z. B. *Citromyces* oder *Penicillium brevicaule*.

Die erhöhte Dispersität des Chondrioms von auf konzentrierten Zuckernährböden gewachsenen Pilzen kann man schon an dem äußerst charakteristischen Aussehen der lebenden Mycelien erkennen. Für diesen Zweck sind Pilze wie *Aspergillus Wentii* oder *Orysae* besonders geeignet, weil deren Hyphen auch auf stark zuckerhaltigen Nährmedien ihrem ganzen Habitus nach sich von den auf gewöhnlichen Nährböden gewachsenen „normalen" Hyphen nur wenig unterscheiden und weil ihre Hyphen farblos sind. Schon bei schwacher Vergrößerung ist bei den Mycelien der auf rohrzuckerhaltigen Substraten gewachsenen Pilze im Gegensatz zu den auf gewöhnlicher Würzegelatine gehaltenen Vergleichsstämmen eine auffallende Blässe und Durchsichtigkeit zu beobachten (Fig. 9, 10)[1]. Bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 11, 12) lassen sich die auf Zuckernährböden gewachsenen Hyphen durch ihre typische feingranulierte Plasmastruktur (siehe besonders die Abbildungen von *Aspergillus orysae*) unschwer erkennen. Die Blässe und Durchsichtigkeit des Plasmas sind der Ausdruck für die im Vergleich zum gewöhnlichen Mycelium bedeutend feinere Verteilung der granulierten Substanz. Man könnte vielleicht erwarten, daß die

1) Die entsprechenden Photographien wurden selbstverständlich unter genau denselben Bedingungen (Blende, Beleuchtung usw.) aufgenommen, da sie sonst für vergleichende Betrachtung nicht geeignet wären.

feinsten Granula, die infolge ihrer größeren Dispersität als dichte Masse das Cytoplasma erfüllen, die Zellen weniger durchsichtig erscheinen lassen müßte. In Wirklichkeit sind es aber gerade die verhältnismäßig großen „sekundären" Chondriosomen, die im lebenden, ungefärbten Zustand infolge ihrer starken Lichtbrechung gut zu beobachten sind. Bei der Steigerung der Dispersität und bei dem damit verbundenen Übergang in Chromatinkörnchen werden *die Granula im ungefärbten Präparat immer weniger leicht erkennbar*, so daß schließlich der Zustand resultiert, den ich oben mit Blässe und Durchsichtigkeit bezeichnet habe. Andererseits tritt in den mit demselben Material hergestellten gefärbten Präparaten (Fig. 15) die dichte, feine Chromatingranulation des Cytoplasmas *deutlich hervor, weil die infolge des Wachstums auf zuckerhaltigen* Nährböden größere Dispersität der Granulationen (Übergang zum Subchondriom) wie schon oben erwähnt, eine erhöhte Färbbarkeit durch basische Farbstoffe bedingt.

Der hohe Dispersitätsgrad des Chondrioms ist eine Erscheinung, die als Folge des Wachstums auf stark rohrzuckerhaltigen Substraten für das ganze Mycelium charakteristisch ist. Nichtsdestoweniger sind aber doch deutliche Unterschiede in der Stärke dieses Phänomens, insbesondere bei der Entstehung des sexuellen Myceliums zu beobachten. Die Fig. 13, 14 und 16[1]) zeigen den typischen Übergang von einer relativ gröberen Chondriomverteilung in einen mehr dispersen Zustand; man kann deutlich erkennen, wie die einzelnen Chondriosomen durch Auflösung in den fein verteilten Subchondriomzustand übergehen.

Die durch die Wirkung des Zuckersubstrats verursachte erhöhte Dispersität der Nucleate des Cytoplasmas und die dadurch bedingte intensivere Färbbarkeit des Cytoplasmas bei der Anwendung von Kernfarbstoffen ließ sich auch bei der Züchtung von Bakterien auf stark rohrzuckerhaltigen Nährböden beobachten. Ich entnehme die beiden in Fig. 17 und 18 reproduzierten photographischen Abbildungen (Paratyphus B) einer demnächst erscheinenden[2]) im GEORG SPEYER-Haus in Frankfurt a. M. ausgeführten Arbeit von Dr. SCHLOSSBERGER und mir, die das

---

1) Die gefärbten Präparate von auf Zuckernährböden gewachsenen Pilzen, nach welchen diese Abbildungen angefertigt wurden, sollen nur demonstrativen Zwecken dienen und die Erläuterung des Phänomens der Chondriomverteilung erleichtern.

2) Die Arbeit wird voraussichtlich in den Arb. aus d. kgl. Inst. für experiment. Therapie u. dem Georg Speyer-Hause (Verlag Gustav Fischer, Jena) erscheinen.

Bakterienwachstum auf hochkonzentrierten Rohrzuckernährböden[1]) zum Gegenstand hat.

Es gelang uns, eine Reihe verschiedener Bakterien auf Nährböden, die einen Gehalt von 50 und mehr Prozent Rohrzucker aufwiesen, zum Wachstum zu bringen. Besonders bei Anwendung der GIEMSAschen Farblösung war in einigen Fällen ein deutlicher Unterschied zwischen den auf gewöhnlichen und den auf Zuckernährböden gezüchteten Bakterien erkennbar; die letzteren zeigten eine bedeutend intensivere Tingierung[2]). Diese Erscheinung ist in den beiden Photogrammen (17, 18) deutlich zu sehen.

Trotzdem die auf gewöhnlichem Agar gezüchteten Bakterien infolge ihres besseren Wachstums viel dichter gelagert sind, ist die Färbungsintensität der mehr einzeln liegenden „Rohrzuckerbakterien“ doch bedeutend stärker! Selbstverständlich wurden die zu vergleichenden Bakterien auf demselben Deckgläschen ausgestrichen und gefärbt; die auf Rohrzucker-Agar gezüchteten Bakterien wurden vor der Färbung durch gründliches Abspülen mit physiolog. Kochsalzlösung von dem anhaftenden Rohrzucker befreit.

Zum Schluß erlaube ich mir dem Herrn Prof. Dr. H. BECKER, Herren LE DOUX und Dr. SCHLOSSBERGER in Frankfurt a. M. für ihre wertvolle Unterstützung herzlichst zu danken.

Frankfurt a. M., den 12. Februar 1919.

Erklärung der Tafel I.

Die den Abbildungen zugrunde liegenden Photographien bzw. Zeichnungen sind — *soweit es nicht besonders bemerkt ist* — *nach lebendem Material* hergestellt worden.

Fig. 1. *Aspergillus oryzae.* Oben ein junges, isoliert liegendes Perithezium; unter demselben eine dicht zusammengedrängte Gruppe von drei älteren Perithezien. 300 fach. — Fig. 2. *Aspergillus Wentii.* Der Askogonschlauch ist von Umhüllungshyphen umwickelt. 860 fach. — Fig. 3. *Aspergillus Wentii.* Wie Fig. 2, schematische Darstellung. In der Mitte der Askogonschlauch, unter ihm eine Gruppe Basalzellen, von denen

---

1) Über das Wachstum von Bakterien auf rohrzuckerhaltigen Nährböden. Siehe außer der schon zitierten Arbeit von A. SCHÖNE: A. SCHÖNE, Die Mikroorganismen in den Säften der Zuckerfabriken. Deutsche Zuckerindustrie 1901, S. 458. — A. SCHÖNE, Über durch Mikroorganismen hervorgerufene Gallert- und Schleimbildung in Rohzuckerfabriken. Ebenda 1908, S. 697. — A. MASSEN, Arb. a. d. biolog. Abtlg. f. Land- u. Forstwirtschaft am k. Gesundheitsamt, Bd. 5, 1905, H. 1.

2) Die zahlreichen Giemsapräparate wurden von Frl. E. KRÜGER, Laborantin am GEORG SPEYER-Hause, angefertigt. Ihr sowohl als auch Herrn HERMANN MAASS, wissenschaftl. Photograph am GEORG-SPEYER-Haus, der die sämtlichen hier wiedergegebenen Mikrophotographien angefertigt hat, spreche ich auch an dieser Stelle meinen besten Dank aus.

die Umhüllungshyphen, die einen verschiedenen Durchmesser aufweisen, ausgehen. — Fig. 4. *Aspergillus Wentii.* Wachstum nach siebentägiger Züchtung auf 65 proz. Rohrzuckergelatine. Natürl. Größe. — Fig. 5. *Rhizopus nigricans.* junge Chlamydospore (Gemme). 540fach. — Fig. 6. *Rhizopus nigricans*, Entstehen einer Azygospore. 700fach. — Fig. 7. *Rhizopus nigricans.* Wie Fig. 6, schematische Darstellung (nur Konturen). — Fig. 8. *Rhizopus nigricans.* Reifende, von dem Mycelium abgelöste Azygospore; die zweite Membran fängt an sich zu bilden. 1800fach. — Fig. 9. *Aspergillus Wentii.* Übersichtsbild eines in übersättigter 65 proz. Rohrzuckerlösung gewachsenen Myceliums (nach zehntägiger Züchtung). 130fach. — Fig. 10. *Aspergillus Wentii.* Übersichtsbild eines auf gewöhnlicher Würzegelatine gewachsenen Myceliums (nach dreitägiger Züchtung). 180fach. — Fig. 11. *Aspergillus oryzae*. Hyphe eines auf 42 proz. Zuckergelatine gewachsenen Myceliums (nach achttägiger Züchtung). 700fach. — Fig. 12. *Aspergillus oryzae.* Hyphe eines auf gewöhnlicher Würzegelatine gewachsenen Myceliums (nach viertägiger Züchtung). 700fach. — Fig. 13. *Rhizopus nigricans.* Teil eines auf 48,7 proz. Rohrzuckerlösung gewachsenen Myceliums. Auflösung einzelner von Chondriomiten gebildeter kleiner Fäden zu einem diffusen Subchondrium. Fixierung nach Benda (für Chondriosomen). Färbung mit saurem Fuchsin nach Altmann, Nachfärbg. m. Methylviolett. Zeichnung. — Fig. 14. *Rhizopus nigricans.* Wie Fig. 13. Photographie. — Fig. 15. *Aspergillus oryzae.* Auf 42 proz. Rohrzuckergelatine gewachsene Hyphe, typische dichte Verteilung der Chondriomgranulationen im Cytoplasma, besonders deutlich in der Zelle rechts von dem Kern mit den Nucleolen. Fixierung nach Lewitzky (für Chondriosomen). Färbung mit Hämatoxylin Delafield. Photographie. — Fig. 16. *Aspergillus oryzae.* In 42 proz. Rohrzuckergelatine gewachsenes Mycelium; in Bildung begriffene Riesenzelle. Die angehäuften Chromatinkörnchen und kleinen Fäden lösen sich zu einem diffusen Subchondriom auf. Fixierung nach Lewitzky. Färbung m. Hämatoxylin nach Heidenhain. — Fig. 17. Paratyphus B, auf gewöhnlichem Agar gewachsen. Färbung nach Giemsa. — Fig. 18. Paratyphus B. Auf 82 proz. Rohrzucker-Agar gezüchtet. Färbung nach Giemsa (auf demselben Deckgläschen wie das in Fig. 17 abgebildete Präparat).

Am Dienstag, den 27. Mai 1919, verschied im 91. Lebensjahre unser

Ehrenpräsident

Simon Schwendener.

Der Vorstand
der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Die Beerdigung hat am Montag, den 2. Juni, 4 Uhr, auf dem alten Matthäi-Kirchhof, Berlin, Großgörschenstraße, stattgefunden.

Sitzung vom 28. März 1919.

Vorsitzender: Herr P. LINDNER.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem am 4. März erfolgten *Ableben unseres ordentlichen Mitgliedes Herrn Dr.*

Willi Raatz,

Saatzuchtleiter und Prokurist der Zuckerfabrik **Klein-Wanzleben.**

Die Anwesenden ehren das Andenken an den Verstorbenen durch Erheben von ihren Sitzen.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Peters, Dr. **Theodor,** Oberlehrer in **Braunschweig,** Helmstedter Straße 91. II (durch J. REINKE und H. SCHROEDER).

Wiissidis, Dr. **Thr.** in **Wien XVIII,** Weinhausergasse 5 4 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER).

Schmied, Dr. **Hubert** in Post **Hadersdorf-Weidlingau** bei Wien (durch H. MOLISCH und O. RICHTER).

Otto, Dr. **Hermann,** Assistent am Pflanzenphysiolog. Institut in **Berlin-Dahlem** (durch P. CLAUSSEN und M. O. REINHARDT) und

Spinner, Dr. **Henri,** Professor der Botanik an der Universität **Neuchâtel** (Schweiz), Botan. Institut (durch A. URSPRUNG und E. JAHN).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren

Mattfeld, Johannes in **Berlin-Wilmerdorf,**
Fleischer, Max, *Professor* in **Berlin,**
Vierhapper, Dr. **Friedr.** in **Wien,**
Hirmer, Dr. **Max** in **München,**
Kräusel, Dr. **Richard** in **Breslau,**
Merkel, Dr. in **Berlin.**

Der Vorsitzende teilt mit, daß er Herrn Geh.-Rat ENGLER anläßlich seines 75. Geburtstages am 25. d. M. die Glückwünsche der Gesellschaft übermittelt und daß Herr ENGLER ihm seinen Dank ausgesprochen habe.

Herr LINDNER legte 4 alte in Schweinsleder gebundene Bände von ANTONI VAN LEEUWENHOEKs Werken sowie eine Photographie des Grabdenkmals dieses Forschers in der Oude Kerke in Delft vor und gab im Anschluß daran einen kurzen Überblick über seinen Lebensgang und seine Arbeiten, von denen namentlich die über die Biologie des Ungeziefers vorbildlich sind und auch heute noch besondere Beachtung verdienen. Einen ausführlicheren Auszug aus den wichtigsten Arbeiten hat im Jahre 1905 J. VAN HEST, Betriebschemiker in Rotterdam, auf Veranlassung des Vortragenden in der Wochenschrift für Brauerei gebracht, auf den besonders verwiesen sei, ebenso auf einige ausführlichere Übersetzungen der Sendbriefe, die Vortragender und seine Assistentin, Frl. TONI UNGER, später ebenda und in der Zeitschrift für Essigindustrie veröffentlicht haben, die sich auf Getreideschädlinge, Blattläuse, Kleiderläuse, Kristallausscheidungen im Wein und dergleichen mehr beziehen. Prächtige Titelkupfer bilden neben den Textabbildungen einen reizvollen Schmuck des Werkes, der noch durch sinnige Gedichte, in denen die Wirkung der L.-Forschungen auf Mit- und Nachwelt geschildert oder die unermüdliche selbstlose Tätigkeit L.s gepriesen wird, eine willkommene Ergänzung erhält.

So schwierig auf den ersten Blick die Lektüre der altholländischen Schreibweise erscheint, so leicht wird es bei fortgesetzter aufmerksamer Lektüre, die Bedeutung der einzelnen Worte zu erraten und nur noch selten bedarf man des Lexikons.

Wenn auch das hohe Alter von 91 Jahren die Fülle der Beobachtungen erklärlich macht, so konnte doch nur ein von brennendem Wissensdurst getriebener Forscher zu solcher Vielseitigkeit gelangen. L. stammt aus einer alten Brauerfamilie und wenn er auch selbst andere Wege ging, so hat er doch jedenfalls die Gabe der scharfen Beobachtung, auf die die alten Praktiker geradezu angewiesen waren, von seinen Altvordern geerbt und durch sie eine neue Welt aufgedeckt, den Mikrokosmos.

Des weiteren legte Herr LINDNER etwa 40 Photogramme von älteren und neueren Botanikern vor, die in der Geschichte der Gärungswissenschaft eine Rolle gespielt haben. Diese Sammlung hatte er im Jahre 1908 bei Gelegenheit des 25jährigen Jubiläums

der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin zur Ausstellung gebracht.

Endlich wurde noch eine 40 farbige Bilder umfassende *Sammlung auserlesener Ansichten* aus „The orange Belt of Southern California", herausgegeben von der Detroit publishing Co., herumgereicht, die von der großzügigen Anlage der Pampelmus-, Limonen- und Orangenhaine und von der paradiesischen Schönheit der Landschaft beredtes Zeugnis ablegten. Von großartiger landschaftlicher Wirkung sind die Eukalyptus-, Pfefferbaum- und Palmenalleen. Von der Üppigkeit der Vegetation lieferten insbesondere die Bilder von einem Rosenbusch mit 1000 Blüten und von einem Weinstock, der seine traubenschweren Äste über 1 acre Landes ausbreitete, überzeugende Beweise. Als ein Baum von zierlichstem Bau und wundervoller Belaubung fiel der sogenannte Umbrella tree auf.

Mitteilungen.

19. F. v. Höhnel: Fünfte vorläufige Mitteilung mycologischer Ergebnisse (Nr. 399—500).

(Eingegangen am 8. Februar 1919.)

In Fortsetzung der im Februarhefte l. J. dieser Berichte gemachten Mitteilungen, betreffend die von mir gewonnenen Ergebnisse auf dem Gebiete der speziellen Mycologie, gebe ich im folgenden eine fünfte Reihe derselben, Nr. 399 bis 500.

399. *Hymenula rubella* Fries 1828 ist kein Pilz. *Hymenula rubella* Corda Ic. F. III. Fig. 85 (non Fries) und *H. rubella* Libert, Crypt. Ard. Nr. 137 sind Pilze, von DESMAZIÈRES für einander gleich gehalten und *H. Libertiae* D. genannt.

400. *Psilonia pellicula* Desm. = *Ps. Luzulae* Lib. = *Hymenula Pellicula* (D.) Sacc., vielleicht gleich *Hymenula rubella* Lib. Nr. 137.

401. *Leptothyrium dryinum* Sacc. 1878 hat *Actinopelte dryina* (Sacc.) v. H. zu heißen. *Leptothyrium dryinum* Ell. et Ev. Fg. Col. Nr. 286 = *Actinopelte americana* v. H. n. sp.

402. *Sarodochiella rhodella* v. H. n. G. et sp. auf *Ranunculus*-Stengeln bei Zossen. (Tubercularieae-muced.).

403. *Anomomyces arbuticolus* (Sow.) v. H. n. G. (Tub.-demat.). Syn.: *Sphaeria arbuticola* Sow.; *Epiclinium phacidioides* Sacc. et Rom. 1892.

404. *Fusoma Pfaffii* Bubák 1916 hat zu heißen *Entylomella Pfaffii* (B.) v. H. Nebenfrucht einer Ustilaginee (*Tuburcinia Paridis* (Ung.) Vest. ?).

405. *Phaeostilbella* v. H. n. G. (Stilbella mit gefärbten Konidien und makroskopisch dunklen Fruchtkörpern). 1. *Ph. atra* (Desm.) v. H. (*Graphium atrum* Desm.); 2. *Ph. rhopaloides* (Sacc. et R.) v. H. (*Sporocybe rh.* Sacc. et R. 1882).

406. *Stromatostysanus* v. H. n. G. (Phaeostilbee mit kugeligem, eingewachsenem Stroma; C. hyalin, einzellig, in kurzen Ketten, eine lange Traube bildend). Grundart: *Str. caprifoliorum* (D.) v. K. (Syn.: *Sphaeria caprifoliorum* Desm. 1840; *Stysanus parasiticus* Desm. 1848; *Stysanus sphaeriaeformis* Fuckel 1869).

407. *Phyllosticta rhamnicola* Desmaz. 1847 ist das Gemenge des Stromas eines *Stromatostysanus* mit *Asteromella*-Konidien.

408. *Napicladium* Thümen 1875 = *Fusicladium* Bonorden 1851. Grundarten *Napicladium Soraueri* Th. = *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fuck.

409. *Napicladium* Sacc. 1879—1886 = *Clasterosporium* Schwein.-Sacc. II. Sect. *Brachydesmium* Sacc. 1886. Grundarten: *Napicladium Brunaudii* Sacc. = *Clasterosporium carpophilum* (Lév.) Aderh. *Napicladium Tremulae* (Frank) Sacc. = *Fusicladium radiosum* (Lib.) Lind.

410. *Napicladium* v. Höhn. 1919 (non Thümen, Sacc.) mit der Grundart *N. arundinaceum* (Cda.) Sacc. = *Napicladium laxum* Bub. 1906 = *Scolicotrichum Roumeguerii* Cav. = *Hadrotrichum Phragmites* Sacc. (non Fuckel); kann erhalten bleiben.

411. *Napicladium Celtidis* Cavara 1908 ist ein *Coniothecium* Aut. (non Corda) ohne Wert, zu *Stigmopsis* Bub. 1914 passend, die von zweifelhaftem Werte ist.

412. *Napicladium Janseanum* Racib. 1900 ist ein *Helminthosporium*.

413. *N. Andropogonis* Zimmerm. 1902 gehört zu *Brachysporium*.

414. *Oidium aurantiacum* Lév. 1843 = *Penicillium sitophilum* Mont. 1843. = *Monilia Martini* Ell. et Sacc. 1881 = *Penicillium armeniacum* Berk. 1857, wird *Amblyosporium aurantiacum* (Lév.) v. H. zu nennen sein.

415. *Acrothecium recurvatum* Morgan 1895 hat *Pleurothecium recurvatum* (Morg.) v. H. n. G. zu heißen, nach MORGANs Figur.

416. *Scolicotrichum* Kunze 1817 auf Grund von *Sc. virescens* Kze., einem zweifelhaften nicht wiedergefundenem Gebilde, aufgestellt, ist vorläufig zu streichen.

417. *Scolicotrichum graminis* Fuck. 1869 = *Sc. compressum* Allsch. 1896 = *Sc. graminis* Fuck. *v. nana* Sacc. 1905 = ? *Passalora hordei* Otth 1868 = ? *Passalora punctiformis* Otth 1868 ist eine *Passalora* zu *Carlia recutita* (Fr.) v. H. gehörig.

418. *Azosma punctum* Lacroix (auf Umbelliferenblättern) = *Passalora depressa* (B. et Br.) v. H.

419. *Azosma* Corda 1837 von *Macrosporium* Fries 1832 kaum verschieden.

420. *Scolicotrichum Fraxini* Pass. kann als *Pucciniopsis* Spegazz. (Tubercul. demat.) gelten.

421. *Scolicotrichum Iridis* Fautr. et Rg. ist schlecht entwickeltes *Heterosporium gracile* Sacc.

422. *Scolicotrichum Musae* Zimm. 1902 kann als *Cordana* mit durchwachsenen Konidienköpfchen gelten.

423. *Scolicotrichum Asclepiadis* Ell. et Ev. 1893 eigenartige *Passalora* oder ? *Pucciniopsis* Speg.

424. *Scolicotrichum maculicola* Ell. et Kell. 1887 schlecht entwickeltes *Cladosporium*; ? *Cl. Phragmitis* Opiz.-Oud. 1892.

425. *Scolicotrichum cladosporoideum* Maire 1906 = *Heterosporium gracile* Sacc. = *H. montenegrinum* Bub. 1903.

426. *Cyclogonium* Cast. steht *Fusicladium* sehr nahe.

427. *Scolicotrichum Clavariarum* (Desm.) Sacc. ist *Cladotrichum Clavariarum* (D.) v. H. zu nennen.

428. *Coniothecium Questieri* Desm. 1857 = *Sarcinella heterospora* Sacc., *F. Corni*; hat *Sarcinella Questieri* (D.) v. H. zu heißen.

429. *Cercospora Gei* Bubák 1903 offenbar = *Ramularia Gei* (Elias) v. H.

430 *Physospora elegans* Morgan 1895 hat *Coniophora elegans* (Mg.) v. H. zu heißen.

431. *Triposporium bicorne* Morgan 1895 ist eine neue Formgattung: *Ceratosporella elegans* (Mg.) v. H. n. G. (Wie *Triposporium*, aber Konidien nur zweihörnig).

432. *Passalora* Fries und *Fusicladium* Bonorden sind im Gegensatze zu den bisherigen Angaben voneinander völlig verschieden.

433. *Passalora bacilligera* Fries (Grundart) ist eine sich aus den Spaltöffnungen entwickelnde *Cercospora* mit zweizelligen kürzeren Konidien. und die Nebenfrucht von *Carlia conglomerata* (Wallr.) v. H. = *Sphaeria insularis* Fuck. = *Stigmatea maculaeformis* Fuck. Dazu gehören offenbar auch *Venturia bacilligera* (Mont.) Rostr., *Septoria alnicola* (Cooke) Rostr., *Phyllachora alnicola* Rostr.

434. *Fusicladium heterosporum* v. H. 1905 und *F. depressum* (B. et Br.) Sacc. sind *Passalora*-Arten.

435. *Fusicladium virescens* Bon. (Grundart) = *F. dendriticum* (Wallr.) hat ein anfänglich subkutikuläres radiäres Hyphengewebe. Die Träger brechen meist einzeln durch die Kutikula hervor und bilden nur je eine Konidie. Nebenfrucht von *Venturia*.

436. *Fusicladium Aronici* Sacc. 1880 (von *F. Schnablianum* All. 1894 = *Scolicotrichum Cardui* Schröt. 1897 kaum verschieden) hat kein subkutikuläres Myzel, stark gekrümmte Träger und große anders geformte Konidien. Nebenfrucht von *Carlia*. Dadurch von *Fusicladium* verschieden: *Fusicladiella* v. H. n. G. (*F. Aronici* (Sacc.) v. H.).

437. *Fusicladium fasciculatum* C. et E. 1877 ist ein *Cercosporidium* Earle 1901.

438. *F. Eriobotryae* Cavara ist ein echtes *Fusicladium*, vielleicht nur Form von *F. dendriticum*.

439. *F. caricinum* Bresad. nach den unbrauchbaren Urstücken wahrscheinlich schlecht entwickeltes *Heterosporium*.

440. *F. Caricae* (Speg.) Sacc. ist bis auf Weiteres zu *Pucciniopsis* Speg. zu stellen.

441. *F. punctiforme* Winter 1887 = *Cercospora platyspora* E. et H. 1887 = *Cercospora Sii* E. et Ev. 1889. Sind Formen von *Passalora depressa*.

442. *F. Vanillae* Zimmerm. 1902 wird zu *Didymothamnium* Sacc. 1886 gehören.

443. *F. Kaki* H. et Yosh. 1905 scheint eigene Formgattung (*Hormocladium* v. H.). Konidien länglich 1—2-zellig, in kurzen Ketten, sonst wie *Cercospora*.

444. *F. transversum* Sacc. 1905 ist ein *Cladosporium* ohne Wert.

445. *Ramularia Virgaureae* Thüm. 1874 ist sehr variabel, besser *Cercosporella Virgaureae* (Th.) All. 1895 zu nennen. Gleich *Cercosporella reticulata* Peck. G. hört zu einer unreifen *Carlia* mit *Stictochorella*-Konidien. *Xyloma Solidaginis* Fries 1815 = *Sphaeria Solidaginis* Fr. 1818 = *Ascospora Solidaginis* Fr. 1849 = *Dothidea Solidaginis* Fr. 1823 (non *Sphaeria Solidaginis* Fr. 1828) ist offenbar diese *Carlia*.

446. *Cheiropodium flagellatum* Sydow 1915 = *Clasterisporium caricinum* Schweiniz 1834. Daher *Cheiropodium* Syd. 1915 = *Clasterisporium* Schw. 1834. Vermutlich der Konidienpilz von *Meliola circinans* Earle 1904. Die übrigen heutigen *Clasterisporium*-Arten gehören nicht in die Gattung und sind vorläufig zu *Bactrodesmium* Cooke et Harkn. 1884 zu stellen.

447. *Hymenopodium sarcopodioides* Corda 1837 (verschollen) würde fast *Phanerocoryneum* v. H. (Tub.-demat.) entsprechen.

448. *Apotemnoum maculans* Corda 1837, kein Hyphomycet, wahrscheinlich Melanconiee. Verschollen, Nährpflanze unbekannt, zu streichen.

449. *Pestalozzina Soraueriana* Sacc. 1894 = *Mastigosporium album* Riess 1850—53. = ? *Monothecium graminis* Libert.

450. *Columnothyrium myriospermum* (Mass.) Bubák ist keine Pyknothyriee, sondern wird als Actinothyriee v. H. zu gelten haben, zu welchen noch *Actinothyrium* K. et S. und *Actinopelte* Sacc. gehören. Zweite Art: *C. bacteriospermum* v. H., auf Adlerfarn-Wedelstielen, mit 4—6 = 1—1,5 μ großen Konidien.

451. *Melampsora punctiformis* Mont. hat vorläufig zu heißen *Melanobasidium punctiforme* (M.) v. H.

452\. *Epochnium fungorum* Fries = *Sporidermium atrum* Greville (non Link) ist eine Tuberculariee, *Phanerocorynella fungorum* (Fr.) v. H. n. G., wird eine Nebenfrucht von *Coccodinium Bartschii* Mass. = ? *Sphaeria Epochnii* Berk. et Br. 1866 sein.

453\. *Sporidesmium myrianum* Desm. 1852 = *Macrosporium heterosporium* Desm. 1852 ist eine mit *Thyrostroma* v. H. 1911 verwandte Tuberculariee: *Thyrostromella myriana* (D.) v. H. n. G. (Stroma intraepidermal).

454\. *Stigmina Platani* (Fuck.) Sacc. 1880 = *St. visianica* Sacc. = *Puccinia Platani* Biv.-Bern. 1815 = ? *Sporidesmium sticticum* B. et C. Ist eine Tuberculariee zu einem dothidealen Pilz mit *Sticlochorella*-Konidien gehörig.

455\. *Stigmina Thermopsidis* Harkn. scheint eine mit *Hemileia* verwandte Uredinee mit zweizelligen Teleutosporen zu sein, *Pseudopuccinia* n. G. v. H., möglicherweise = *Pucciniopsis* Speg.

456\. Sarcopodieen (Tubercularieen).

I. Basalschichte kleinzellig, braunparenchymatisch, dünn. Konidienträger kegelförmig bis flaschenförmig, spitz, kurz, locker stehend.

1\. *Circinotrichum* Nees 1817. Borsten unverzweigt, oben fast kreisförmig eingerollt.

Grund-Art: *C. maculaeforme* Nees 1817 (*C. murinum* Desm. 1853; *Psilonia Platani* Otth 1870; *Helicotrichum obscurum* Sacc. 1886.

2\. *Gyrothrix* Corda 1840. Borsten verzweigt.

Grundart: *G. podosperma* Cda. 1842 (*Campsotrichum* (*Gyrothrix*) *podospermum* Cda. 1840; *Circinotrichum maculaeforme* Sacc. (non Nees) 1878).

II. Basalschichte hyalin oder blaß, mikroplektenchymatisch, dicker. Konidienträger fädig, länger, dicht parallelstehend, ein geschlossenes Hymenium bildend.

3\. *Tricholeconium* Corda 1837 (em. v. H.). Haare einfach oder wenig, lang verzweigt; korkzieherartig gewunden und verschlungen, mehr minder dunkel gefärbt.

Grundart: *Tr. fuscum* Corda 1842.

Zweite Art: *Tr. variegatum* (Sacc.) v. H. (*Sarcopodium variegatum* Sacc. 1892.)

4\. *Sarcopodium* Ehrenberg 1818. Haare einfach, hyalin oder blaß, kürzer, unregelmäßig verbogen.

Grundart: *S. circinatum* Ehr. 1818 (*Conoplea gilva* Pers. 1822; *Psilonia gilva* (P.) Fr. 1831; *Tricholeconium roseum* Corda 1837; *Sarcopdium fuscum* (Cda.) Sacc. v. *fulvescens* Br. et Sacc.).

457. *Botryotrichum* March. et Sacc. 1885; *Ceratocladium* Corda gehören nicht zu den Sarcopodieen.

458. *Ellisiella caudata* (Peck) Sacc. 1880 ist wohl ein *Colletotrichum* mit Konidien mit einer endständigen Cilie.

459. *E. mutica* Winter 1885 hat zu heißen *Vermicularia mutica* (W.) v. H.

460. *E. Ari* Passer. 1890 = *Colletotrichum Montemartini* Togn. 1895 = *Colletotrichum Ari* (Pass.) v. H.

461. *Steirochaete* A. Br. et Casp. 1853 = *Colletotrichum* Cda. 1837.

462. *Pestalozzina unicolor* (B. et C.) Sacc. Grundart, angeblich hyalinsporige *Pestalozzia*. *P. laurina* Mont. scheint *Pestalozzia* mit blassen Konidien. *P. Callunae* Ces. s. Frgm. Nr. 948; *P. Fautreyi* (Karst.) Sacc. scheint *Bartalinia* Tassi zu sein. *P. Soraueriana* Sacc. = *Mastigosporium album* Riess.

463. *Pestalozzina Rollandi* Fautr. 1895 = *Sphaeropsis geniculata* B. et Br. 1850 und hat *Strasseria geniculata* (B. et Br.) v. H. zu heißen.

464. *Pestalozzina Aletridis* Patouill. 1903 scheint blaßsporige *Pestalozzia* zu sein. *P. Cordylines* Speg. 1910 scheint eine *Bartalinia* Tassi zu sein.

465. *Phoma petiolorum* Desm. 1847 auf Blattstielen von Holzgewächsen ist eine Mischart. Die Grundform auf *Robinia* hat *Phomopsis petiolorum* (D.) v. H. zu heißen und gehört zu *Diaporthe oncostoma* (Dub.) Fuck.

466. *Cytospora Buxi* Desm. 1846 = *Phoma sticticum* B. et Br. 1850. hat *Phomopsis Buxi* (D.) v. H. zu heißen und gehört zu *Diaporthe retecta* Fuck.

467. *Dilophospora graminis* Desm. 1840 = *Sphaeria Alopecuri* Fries 1828 = *Dilophospora Alopecuri* Fries 1849 = *Robillarda graminis* v. H. 1906 hat schließlich zweizellige Konidien.

468. *Leptothyrium Periclymeni* Desm. v. *americanum* E. et Ev. 1891 = *Marsonia Lonicerae* Harkn. 1884 = *Kabatia latemarensis* Bubák 1904, hat zu heißen *Kabatia Lonicerae* (H.) v. H.

469. *Sphaeria caricina* Desm. 1836 = *Neottiospora Caricum* Desm. 1843, hat zu heißen *Neottiospora caricina* (D.) v. H. und wurde bisher ganz falsch beschrieben. Die Pykniden öffnen sich mit einem runden Deckel. Die Konidien haben nur oben Zilien und unten einen häutigen Stielrest. Vielleicht Nebenfrucht von *Hysteropezizella* oder *Hysterostegiella* in Fragm. Nr. 1010.

470. *Neottiospora paludosa* Sacc. et Fiori und *N. schizochlamys* Fd. et Wg. (= *N. arenaria* Syd. 1912) sind pseudosphaeriale

Nebenfrüchte, zu *Tiarosporella* v. H. n. G. gehörig. (Konidie mit dreischichtiger Membran, deren Mittelschichte verquillt und die äußere zurückschlägt), *T. paludosa* (Sacc. et F.) v. H. und *T. schizochlamys* (F. et W.) v. H.

471. *Sphaeria melanostigma* Lév. 1842 scheint eine mit *Tiarosporella* verwandte Form zu sein, mit nicht verquellender Mittelmembran.

472. *Neottiospora longiseta* Racib. ist eine phyllachoroide Nebenfrucht, *Ciliochora* v. H. n. G. (Stroma phyllachoroid, Lokulus tief eingewachsen. Konidien einzellig, hyalin, oben mit geteilter Zilie.)

473. *Neottiospora lycopodina* v. H. 1909 hat *Strasseria lycopodina* v. H. zu heißen, mit verkümmerten Stielanhängseln der Konidien.

474. *Strasseria* Bres. et Sacc. 1902 = *Plagiorhabdus* Shear 1907. Die angebliche Zilie ist ein Stück des Trägers.

475. *Strasseria carpophila* Br. et S. ist wahrscheinlich gleich *Plagiorhabdus Crataegi* Shear.

476. *Sirosperma hyporellae* Sydow 1916 ist gleich dem *Aposphaeria*-artigen in Fragm. Nr. 678 beschriebenen Pilze. Die Gattung *Sirosperma* Syd. bleibt einstweilen erhalten. Verwandt mit *Sirosphaera botryosa* Syd. (s. Hedwigia 60. Bd. S. 205).

477. *Pyrenochaeta* (*Trichocicinnus*) *erysiphoides* Sacc. 1905 = *Chaetophoma Cirsii* Diedicke 1912 ist eine eigene Gattung: *Trichocicinnus* Sacc. v. H. *Pyrenochaeta* de Not. ist eine aufzuklärende Mischgattung. *Pyrenochaeta Rubi-Idaei* Cavara 1889 hat *Trichocicinnus Rubi-Idaei* (Cav.) v. H. zu heißen.

478. *Chaetophtoma Catesbeyi* Cooke scheint eine unreife *Carlia* mit vielen *Asteromella*-Pykniden zu sein.

479. *Desmopatella* v. H. n. G. Patelloideae-excipulatae. Pykniden eingewachsen, oben parallelfaserig; Konidien länglich, einzellig, hyalin, in Ketten). *Desmopatella Salicis* v. H. n. sp. Nebenfrucht von *Hysteropezizu Salicis* (Feltg.) v. H.

480. *Phyllosticta? Argentinae* Desmaz. 1847. Urstück u. a. zeigten mir keinen Pilz.

481. *Heterosphaeria Poae* Fuckel 1869 = *Dacryomyces Poae* Libert 1832 hat *Ephelis Poae* (Lib.) Sacc. zu heißen. Wird wohl zu einer noch unbekannten *Balansia* gehören.

482. *Rhabdospora Rhinanthi* Oudem. 1889 = *Zythia Rhinanthi* (Lib.) ist *Pyrenopeziza Rhinanthi* (Som.) Sacc. = *Scleroderris Rhinanthi* (Som.) Rehm 1912 mit noch ganz unreifer Schlauchschichte.

483. *Rhabdospora Rhinanthi* Oud.-Keissler 1912 (Beih. Bot. Centr.-Bl., 29. Bd. S. 126) ist *Sclerochaetella Melampyri* v. H. n. sp.

484. *Rhabdospora* Dur. et Mont. 1846 = *Septoria* Fries.
485. *Rhabdospora* Saccardo 1878 mit der Grundart: *Rh. pleosporoides* Sacc. kann erhalten bleiben. (Im heutigen Umfange eine arge Mischgattung.)
486. *Darluca* Castagne 1851 = *Botryella* Sydow 1916 = *Diplodothiorella* Bubák 1916.
487. *Diplodothiorella Ladurnei* Bub. = *Darluca genistalis* (P.).
488. *Darluca Filum* (C.) v. *stromatica* Fuck.! = *D. mucronulata* Oudem. 1902.
489. *Darluca arcuata* Ell. et Ev. ist eine *Darluca* mit einzelligen Konidien. *Darlucella* v. H. n. G.
490. *Darluca Iridis* Malbr. (Revue myc. 1890, S. 67) fehlt in der Syll. Fung.
491. *Darluca Bironae* Fuck. hat zu heißen *Ceuthospora Bironae* (Fuck.) v. H.
492. *Pestalozziella ambigua* v. H. 1907 wird zu *Chaetospermum* Sacc. 1892 und letztere Gattung zu den Patelloideae-patellatae gehören.
493. *Amphiciliella* v. H. n. G. (Eingewachsene pyknidenähnliche Stromen mit einem Lokulus; Konidien hyalin, zylindrisch, ein- bis mehrzellig, oben mit einer verzweigten, unten mit einfacher, seitlicher Zilie). Mit *Bartalinia* Tassi verwandt. *A. Eriobotryae* v. H. in THÜMEN, Myc. univ. Nr. 962.
494. *Sarcopodium salicellum* Sacc. 1892 = *Dendrodochium epistroma* v. H. 1909, hat zu heißen *Dendrodochium salicellum* (Sacc.) v. H.
495. *Calostilbella* v. H. n. G. Hyalostilbeen. Köpfchen kugelig, schleimig. Träger einfach, mit Paraphysen; Konidien mit einigen Querwänden; Mittelzellen braun, Endzellen klein, hyalin. Grundart: *Calostilbella Calostilbe* v. H. zu *Calostilbe longiasca* (Möll.) S. et Syd.
496. Die Grundart *Microcera coccophila* Desm. ist ein Pyknidenpilz (Patelloideae-patellatae). Es gibt verschiedene Arten *Microcera* zu *Corallomyces*-Arten gehörig.
497. *Haplographium finitimum* (Preuß) v. H. F. *fructicola* v. H. auf alten Früchten von *Cornus* und *Sorbus*, von der Stammform auf Koniferennadeln nicht zu unterscheiden.
498. *Trematosphaeria Morthieri* Fuck. = *Sphaeria albocincta* C. et E. = *Sphaeria diaphana* C. et E. = *Sphaeria soluta* C. et E. = *Odontotrema inclusum* (P. ?) Karst., hat zu heißen *Phragmonaevia* (*Naeviella*) *inclusa* (P. ?) v. H.
499. *Sclerodermis Sollaeana* Sacc. et Cav. 1900, obenbar gleich *Pragmopara bacillifera* (K.) Rehm.

500. *Microcera erumpens* E. et Ev. 1895 = *Gelatinosporium abietinum* Peck 1873 hat zu heißen *Micropera abietina* (Peck) v. H. *Cladosterigma fusispora* Pat. 1892 = *Microcera Clavariella* Speg. 1891 hat zu heißen *Cladosterigma Clavariella* (Speg.) v. H., ist wahrscheinlich ein Basidiomycet.

20. P. N. Schürhoff: Zur Phylogenie des angiospermen Embryosackes.

(Eingegangen am 12. März 1919.)

Über die Bedeutung der Bestandteile des befruchtungsreifen Embryosackes der Angiospermen herrschen bisher verschiedene Ansichten. Doch leiden alle Erklärungen daran, daß sie uns keine Ableitung von der haploiden weiblichen Generation der Gymnospermen bieten.

Allein die Deutung der Eizelle als homolog mit der Eizelle der Gymnospermen ist allgemein anerkannt; über die andern Bestandteile des Embryosackes gehen dagegen die Meinungen sehr auseinander. So werden die Synergiden als funktionslos gewordene Eizellen, oder als Halszellen des auf Eizelle und zwei Synergiden reduzierten Archegoniums oder als vegetative Prothalliumzellen gedeutet. Die Antipoden werden gleichfalls als vegetative Zellen des Prothalliums angesprochen; dieselbe Deutung erfahren gewöhnlich auch die Polkerne.

PORSCH (1) kommt zu dem Ergebnis, daß der Inhalt des angiospermen Embryosackes aus einem scheitelständigen und einem basalen Archegonium bestehe. Die Synergiden hält er für Reste des Archegoniumhalses, der obere Polkern soll der Kern der nicht mehr zur Ausbildung gelangenden Bauchkanalzelle des Archegoniums sein. In gleicher Weise soll die Antipodenzellgruppe ein zweites Archegonium darstellen. Das Endosperm wird als ein zur Fortpflanzung unfähig gewordener Nährembryo angesehen.

Trotzdem die letzte Hypothese manches Bestechende für sich hat, stehen ihr viele Gründe entgegen; auch läßt sich ein Übergang zu den Gymnospermen auf dieser Basis nicht finden.

In hervorragender Weise sind die Pflanzen mit 16 kernigem Embryosack geeignet, die Brücke zwischen dem gymnospermen

und angiospermen Embryosack herzustellen. Der 16 kernige Embryosack ist als primitive Anlage und nicht als abgeleitete anzusehen, worauf insbesondere CAMPBELL (2) und ERNST (3) hinweisen. Unter diesen Angiospermen ist als primitivste Bildung der Embryosack von *Peperomia hispidula* (4) anzusprechen.

Der Embryosack von *Peperomia hispidula* besteht kurz vor der Reife aus einer Eizelle, einer Synergidenzelle und 14 freien Kernen. Diese letzteren verschmelzen miteinander und bilden einen gelappten, sehr großen Kern.

Wir haben also im Embryosack von *Pep. hispidula* nur drei verschiedene Bestandteile zu unterscheiden:

1. eine Eizelle
2. eine Synergide
3. vierzehn freie Kerne (bezw. deren Verschmelzungsprodukt).

Die Deutung dieser drei Elemente im Vergleich mit dem Embryosack der Gymnospermen ist nicht schwer:

1. Daß die Eizelle des Embryosackes von *Peperomia hispidula* der Eizelle der Gymnospermen homolog ist, dürfte keinem Zweifel unterliegen.

2. Die einzige vorhandene Synergide ist als Bauchkanalzelle zu deuten. Sie ist die Schwesterzelle des Eies und degeneriert bei der Befruchtung, wie wir dies als Kennzeichen der Bauchkanalzelle bei den Gymnospermen angeben.

3. Die 14 freien Kerne entsprechen dem Prothallium bezw. Endosperm der Gymnospermen. Die endlich erfolgende Verschmelzung der 14 Kerne ist nur als sekundärer Vorgang infolge des Ausbleibens von Zellwänden aufzufassen, wie wir fast stets in vielkernigen Zellen Kernverschmelzung beobachten; infolgedessen ist der Endospermkern von *Pep. hispidula* dem vielkernigen Prothallium der Gymnospermen homolog.

Ganz ähnliche Verhältnisse liegen bei *Pandanus* (5) vor. Die erste Teilung des Embryosackkerns liefert zwei Kerne, von denen der eine an das Mikropylarende, der andere an das Antipodialende des Embryosackes wandert. Während nun der eine Kern nur eine einmalige Teilung in Eikern und Synergidenkern eingeht, teilt sich der andere mehrmals, bis 12 Kerne im Antipodialende vorhanden sind.

Sehr deutlich geht aus diesen Verhältnissen hervor, daß die einzig vorhandene Synergide die Schwesterzelle der Eizelle und daher der Bauchkanalzelle der Gymnospermen homolog ist.

Einen Schritt weiter in der Entwicklung des angiospermen Embryosackes geht schon *Peperomia pellucida* (6—8) und *Pep. magnoliifolia* (33).

Auch hier entsteht eine Eizelle, eine Synergide (= Bauchkanalzelle der Gymnospermen); von den 14 Kernen des Prothalliums behalten jedoch 6 ihre seitliche Stellung und werden durch Zellwände vom übrigen Embryosack abgetrennt; die andern 8 Kerne verschmelzen, ebenso wie die 14 Kerne bei *Pep. hispidula*, zum Endospermkern.

Während nun die 8 verschmolzenen Kerne den „sekundären Embryosackkern" der Angiospermen darstellen, sind die 6 seitlich verbleibenden, durch Zellwände abgeteilten Zellen als Vorläufer der „Antipoden" anzusehen. Phylogenetisch entsprechen beide dem Prothallium der Gymnospermen. Bei den „Antipoden" ist jedoch bereits die Zellwandbildung zur Durchführung gekommen, wie ja auch beim Prothallium der Gymnospermen eine sukzedane Zellwandbildung eintritt. Die Antipoden bei *Pep. pellucida* werden bei der Entwicklung des Endosperms an die Seite gedrückt und degenerieren. An und für sich dürften das vielzellige (= Antipoden) und das vielkernige (= sek. Embryosackkern) Prothallium in gleicher Weise zur Entwicklung des Endosperms befähigt sein. Meiner Überzeugung nach übernimmt aber das vielkernige Prothallium die Entwicklung des Endosperms, weil sich in ihm der embryonale Charakter besser erhalten hat als bei den Antipoden, die bereits ein abgegrenztes Gewebe darstellen.

Wir haben also den bisher unterschiedenen drei Zellarten des angiospermen Embryosackes hinzuzufügen:

4. Eine Gruppe von mehreren (6) Zellen, die als Antipoden bezeichnet werden und dem zelligen Prothallium der Gymnospermen homolog sind.

Eine weitere Überleitung zum Normaltypus des angiospermen Embryosackes bringt *Gunnera macrophylla* (10). Entgegen der Anschauung von SAMUELS halte ich mit ERNST (3) den Embryosack von *Gunnera* für eine primitive Bildung, da z. B. bei den Penaeaceae eine Tetradenteilung der Bildung des 16 kernigen Embryosackes vorausgeht, also der Ausfall der Tetradenteilung bei *Gunnera* durchaus nicht die Ursache des 16 kernigen Embryosackes sein kann. Im vierkernigen Embryosack sind die Kerne kreuzweis gelagert, es tritt hier also zum erstenmal (abgesehen von *Pandanus*) eine Orientierung der Kerne nach bestimmten Polen auf. Im achtkernigen Embryosack liegen zwei Kerne am Mikropylarende, vier in der Mitte und zwei am Chalazaende. Die vier mittleren Kerne wandern allmählich auch an das Chalazaende. Bei der letzten Teilung bilden sich im Mikropylarende vier Kerne, am andern Ende 12 Kerne. Die Kerne an der Mikropyle liefern die

Eizelle, zwei Synergiden und einen Polkern, die andern 12 Kerne bilden 6 einkernige Zellen und 6 freie Kerne. Diese freien Kerne vereinigen sich untereinander und dann verschmilzt auch der obere Polkern mit ihnen.

Beim reifen Embryosack von *Gunnera* finden wir also am Mikropylarende eine Eizelle und zwei Synergiden, in der Mitte den sekundären Embryosackkern (aus 7 Kernen gebildet) und am Chalazaende 6 Antipodenzellen.

Hiermit haben wir bereits ein Bild, das dem typischen Embryosack der Angiospermen bis auf die größere Anzahl von Antipoden völlig gleicht, wenn auch die Ontogenie anders verläuft.

In dem sekundären Embryosackkern erkennen wir nach den obigen Ausführungen das vielkernige Prothallium, in den 6 Antipoden das zellige Prothallium wieder. Das Ei und dessen Schwesterzelle, die eine Synergide, finden die gleiche Deutung wie früher. Es ist aber noch die zweite Synergide zu erklären.

Wir haben gesehen, daß durch die polare Anordnung an das Mikropylarende vor der letzten Teilung 2 Kerne gelagert werden und durch die letzte Teilung dort 4 Kerne entstehen, von denen einer an der Verschmelzung zum sekundären Embryosack teilnimmt. Dieser letztere Kern ist daher als den Kernen des vielkernigen Prothalliums der Gymnospermen homolog anzusehen und sein Schwesterkern (die eine Synergide) also auch.

5. Die zweite Synergide ist daher als nachträglich abgegrenzte Zelle des vielkernigen Prothalliums anzusehen.

Diese Deutung wird bestätigt durch die Entwicklung des Embryosackes von *Euphorbia palustris*, *Euph. procera* u. a. (11—15). Auch hier ist schon im vierkernigen Embryosack die kreuzweise Anordnung der Kerne festgelegt. Der reife Embryosack besteht dann aus vier kreuzweis angeordneten Zellentriaden und vier Polkernen, die miteinander verschmelzen. Wir sehen also, daß hier insofern eine Weiterentwicklung stattgefunden hat, als die succedane Zellwandbildung bei allen vier Kerngruppen eingetreten ist. Wir haben aber einen Beweis dafür, daß die Zellentriaden nicht gleichwertig sind, also etwa als vier Eiapparate aufzufassen wären, darin, daß immer nur die eine Eizelle, die durch ihre Lage an der Mikropyle bestimmt ist, befruchtet wird, obgleich die vorhandene Chalazogamie ebensogut die Befruchtung in einer anderen Zellentriade ermöglichen würde.

Daß auch die Synergiden nicht gleichwertig sind, ergibt sich daraus, daß eine (= Bauchkanalzelle) bei der Befruchtung stets degeneriert, während die andere längere Zeit erhalten bleibt.

Ganz gleiche Verhältnisse wie bei den genannten *Euphorbia*-arten finden wir bei den Penaeaceae (9). Doch ist dort noch eine wichtige Abweichung gefunden, über die ERNST (3) nach einer brieflichen Mitteilung von STEPHENS berichtet: es können nämlich in einzelnen Embryosäcken sich noch andere Kerne mit den vier Polkernen vereinigen, d. h. einzelne Zellentriaden bilden die Zellwände nicht aus. Hier wäre also ein unmittelbarer Übergang zum *Gunnera*-Typus gegeben.

Die Zellentriaden gehen nach der Befruchtung zugrunde, während sich das Endosperm in gewohnter Weise entwickelt. Von den 16kernigen Embryosäcken mit vier Zellentriaden leitet sich der normale 8kernige Embryosack dadurch ab, daß die zweite Teilung im Embryosack, die vier kreuzweis gelagerte Kerne hervorbrachte, ausgefallen ist, so daß die Zellentriaden nur noch an zwei Polen angelegt werden. Dadurch ist dann auch der sekundäre Embryosackkern nur das Verschmelzungsprodukt aus zwei Kernen.

Daß bei der Befruchtung der sekundäre Embryosackkern mit dem einen Spermakern verschmilzt, ist an sich unwesentlich. Bei den Gymnospermen degeneriert der zweite in den Eiapparat eingedrungene Spermakern, weil das Endosperm bereits vollkommen zellig geworden ist und sich gegen das Archegonium abgeschlossen hat, bei den Angiospermen ist der sekundäre Embryosackkern das Produkt der Verschmelzung der freien Kerne; diese Tendenz, zu verschmelzen, liegt ebenfalls in dem zweiten Spermakern.

Die Kernverschmelzung der Polkerne findet ihre Wiederholung in den häufig beschriebenen Kernverschmelzungen vielkerniger Endospermzellen.

Wir wollen jetzt an einigen Beispielen prüfen, ob die von mir gegebene Erklärung der Homologien des angiospermen Embryosackes sich mit den bisherigen zytologischen Tatsachen gut vereinigen läßt.

Eine der beiden Synergiden ist bei einigen Pflanzen gelegentlich befruchtungsfähig, z. B. bei *Gastrodia* (34), *Najas* (16), *Allium* (17, 18), *Trillium* (19), *Lilium* (20), *Iris* (21), *Aconitum* (22), *Delphinium* (23). Da nach meiner Erklärung die eine Synergide eine Schwesterzelle des oberen Polkerns ist, läßt sich ein derartiger Vorgang gut verstehen. Dieser Vorgang entspricht genau der Verschmelzung des Spermakerns mit dem oberen Polkern; bekanntlich tritt diese Verschmelzung sehr häufig vor der Vereinigung der beiden Polkerne ein, auch ist z. B. der Polkern bei Pflanzen mit nur vierkernigem reifen Embryosack haploid. Ferner wäre noch die Erklärungsmöglichkeit, daß diese von dem viel-

kernigen Prothallium abgegebene Zelle Archegoniumcharakter annimmt. Auch daraus, daß z. B. bei *Cypripedium* (27) und *Gastrodia* (34) der eine Synergidenkern mit dem Polkern verschmilzt, ergibt sich die Ungleichwertigkeit der beiden Synergiden; diese Fälle bilden den Übergang von der „Befruchtung" des Endospermkerns zur Befruchtung der einen Synergide.

Dagegen ist die andere Synergide als zur baldigen Degeneration bestimmte Bauchkanalzelle zur weiteren Entwicklung unfähig.

Immerhin soll nicht die Möglichkeit bestritten werden, daß die Synergide mit Bauchzellcharakter durch den zweiten Spermakern befruchtet werden kann. Hat doch HUTCHINSON (32) bei *Abies balsamea* eine Befruchtung des Bauchkanalzellkerns durch den zweiten Spermakern und die Bildung von Proembryonen auf diesem Wege ausdrücklich festgestellt.

Da die beiden Synergiden sich der Sekretausscheidung zur Anlockung der Spermakerne angepaßt haben, ist es erklärlich, daß sie die gleichen, dieser Funktion entsprechenden Merkmale angenommen haben (Vakuole, Fadenapparat).

Die Vermehrung der Antipodenzellen, z. B. bei den Gramineen, Compositen usw. ist als eine Weiterentwicklung des zelligen Prothalliums sehr verständlich, sie spricht aber außerordentlich gegen die Deutung der Antipoden als zweiter Eiapparat, da bei den höheren Pflanzen bisher noch nie eine Weiterentwicklung des haploiden Eies beobachtet wurde.

Dagegen finden wir häufig eine Weiterentwicklung der durch Ausbleiben der Reduktionsteilung diploid gebliebenen Eizelle, und finden es daher auch verständlich, wenn außer der diploiden Eizelle noch eine der beiden diploiden Synergiden zur Weiterentwicklung kommt, während die andere Synergide degeneriert. Diesem Fall, der von MURBECK (24) bei *Alchimilla* beobachtet wurde, steht allerdings das Verhalten von *Burmannia coelestis* (35) gegenüber, wo 1 bis 3 Zellen des diploiden Eiapparates entwicklungsfähig sind.

Daß der sekundäre Embryosackkern nicht unbedingt des Anstoßes durch die Kopulation mit dem zweiten Spermakern zu seiner Weiterentwicklung bedarf, ergibt sich aus den Beobachtungen von SHIBATA (25) und MURBECK (26) und ist uns als Weiterentwicklung des noch nicht zellig gewordenen Prothalliums sehr verständlich.

Die Reduktion des 16kernigen Embryosackes zum 8kernigen hat gleichfalls Analoga, nämlich in der Ausbildung des vierkernigen Embryosackes bei *Cypripedium* (27), *Plumbagella* (28), *Clintonia* (29), *Helosis* (30), *Fuchsia* (31) u. a.

Der vierkernige reife Embryosack zeigt übrigens, da er entweder aus Eizelle, zwei Polkernen und einem Antipodenkern, oder aus Eizelle, zwei Synergiden und einem Polkern besteht, daß für die Befruchtung die Eizelle und für das Endosperm ein haploidchromosomiger Polkern genügt.

Vielleicht finden sich bei weiteren Untersuchungen noch Pflanzen, deren reifer Embryosack nur aus Eizelle und Polkern besteht.

Auch der von v. DERSCHAU (33) mitgeteilte Fall einer dispermen „Befruchtung“ (?) der Antipoden bei *Nigella arvensis* kann in keiner Weise als Beweis für die Eizellennatur der Antipoden herangezogen werden, da sowohl die Chalazogamie bei den Ranunculaceen *einen Ausnahmefall vorstellt, als auch die Antipoden bei den* Ranunculaceen eine sehr hohe Differenzierung aufweisen, denen jedenfalls die primitiven Merkmale, die für einen phylogenetisch zweiten Eiapparat sprechen würden, vollständig fehlen, und endlich die Verschmelzung der beiden Spermakerne mit dem einen Antipodenkern zeigt, daß es sich hier nicht um die Absättigung der weiblichen Qualitäten des Eies durch die männlichen eines Spermakerns handelt, sondern daß die durch den Eintritt der Spermakerne zufällig mehrkernig gewordene Antipode sich wie eine normale mehrkernige Zelle verhält, indem ihre Kerne das Bestreben haben, miteinander zu verschmelzen. Eine Entwicklung der Antipoden zu Keimen, wie wir sie z. B. bei *Allium odorum* (17, 18) kennen, wurde bei *Nigella* nicht beobachtet.

Ich wiederhole daher: Die Bestandteile des angiospermen Embryosackes lassen sich zwanglos auf den Embryosack der Gymnospermen zurückführen:

Die Eizelle entspricht der Eizelle der Gymnospermen.

Die eine Synergide ist homolog der Bauchkanalzelle.

Die andere Synergide ist als nachträglich abgegrenzte Zelle des vielkernigen Prothalliums anzusehen.

Die Polkerne sind die Reste des vielkernigen, noch nicht zellig differenzierten Prothalliums.

Die Antipoden entsprechen dem zelligen Prothallium der Gymnospermen.

Literatur.

1. PORSCH, O., Versuch einer phylogenetischen Erklärung des Embryosackes und der doppelten Befruchtung der Angiospermen. Jena 1907.

2. CAMPBELL, D. H., Recent investigations upon the embryo-sac of Angiosperms. The Amer. Naturalist, Bd. 36, 1902

3. ERNST, A., Ergebnisse neuerer Untersuchungen über den Embryosack der Angiospermen. Verhandl. d. schweiz. Nat. Ges. 1908.

4. JOHNSON, D. S., A new type of embryo sac in *Peperomia*. The Johns Hopkins Univ. circ. N. 3, 1907.

5. CAMPBELL, D. H., The embryo-sac of *Pandanus*. Bull. Torrey bot. Club, Bd. 36, 1909.

6. — —, Die Entwicklung des Embryosackes von *Peperomia pellucida* Kunth. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 17, 1899.

7. — —, The embryo-sac of *Peperomia*. Ann. of Botany, Bd. 15, 1901.

8. JOHNSON, D. S., On the endosperm and embryo of *Peperomia pellucida*. Bot. Gazette, Bd. 30, 1900.

9. STEPHENS, E. L., A preliminary note on the embryosac of certain Penaeaceae. Ann. of Botany, Bd. 22, 1908.

10. ERNST, A., Zur Phylogenie des Embryosackes der Angiospermen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 26a, 1908.

11. MODILEWSKI, J., Zur Embryobildung von *Euphorbia procera*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 27, 1909.

12. — —, Weitere Beiträge zur Embryobildung einiger Euphorbiaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 28, 1910.

13. — —, Über die anomale Embryosackentwicklung bei *Euphorbia palustris* L. und anderen Euphorbiaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 29, 1911.

14. DESSIATOFF, Zur Entwicklungsgeschichte des Embryosackes von *Euphorbia virgata* W. R. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 29, 1911.

15. DONATI, G., Ricerche embryologiche sulle Euphorbiaceae. Ann. Bot. Bd. 11, 1913.

16. GUIGNARD, L., La double fécondation dans le *Najas major*. Journ. de Bot., Bd. 15, 1901.

17. TRETJAKOW, S., Die Beteiligung der Antipoden in Fällen der Polyembryonie bei *Allium odorum* L. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 13, 1895.

18. HEGELMAYER, F., Zur Kenntnis der Polyembryonie von *Allium odorum* L. Bot. Ztg., Bd. 55, 1897.

19. ERNST, A., Chromosomenreduktion, Entwicklung des Embryosackes und Befruchtung bei *Paris quadrifolia* L. und *Trillium grandiflorum* Salisb. Flora, Bd. 91, 1902.

20. OVERTON, E., Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung und Vereinigung der Geschlechtsprodukte bei *Lilium Martagon*. Festschrift für NÄGELI und KÖLLICKER. Zürich 1891.

21. DODEL, A., Beiträge zur Kenntnis der Befruchtungserscheinungen bei *Iris sibirica*. Festschrift für NÄGELI und KÖLLICKER. Zürich 1891.

22. OSTERWALDER, Beiträge zur Embryologie von *Aconitum Napellus*. Flora, Bd. 87, 1898.

23. PERSIDSKY, D., Einige Fälle anomaler Bildung des Embryosackes bei *Delphinium elatum* L. Mém. de la Soc. des Nat. de Kiew, Bd. 23, 1914.

24. MURBECK, SV., Über Anomalien im Baue des Nuzellus und des Embryosackes bei parthenogenetischen Arten der Gattung *Alchimilla*. Lunds Univ. Arsskr., Bd. 38, 1902.

25. SHIBATA, K., Experimentelle Studien über die Entwicklung des Endosperms bei *Monotropa*. Biol. Centralbl., Bd. 22, 1902.

26. MURBECK, SV., Parthenogenetische Embryobildung in der Gattung *Alchimilla*. Lunds Univ. Arsskr., Bd. 36, 1901.

27. PACE, L., Fertilization in *Cypripedium*. Bot. Gazette. Bd. 44, 1907.
28. DAHLGREN, K. V. O., Der Embryosack von *Plumbagella*, ein neuer Typus unter den Angiospermen. Ev. Vet. Ak. Art. f. Bot., Bd. 14, 1916.
29. SMITH, R. W., The tetranucleate embryo sac of *Clintonia*. Bot. Gazette. Bd. 52, 1911.
30. CHODAT, R. et BERNARD, CH., Sur le sac embryonnaire d'*Helosis guyanensis*. Journ. de Bot., Bd. 14, 1900.
31. WERNER, EL., Zur Oekologie atypischer Samenanlagen. Beih. z. bot. Centralbl., Bd. 32, 1914.
32. HUTCHINSON, A. H., Fertilization in *Abies balsamea*. Bot. Gazette, Bd. 60.
33. DERSCHAU, M. v., Über disperme Befruchtung der Antipoden bei *Nigella arvensis*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 36, 1918.
34. KUSANO, S., Experimental Studies on the embryonal development in an Angiosperm. Journ. Coll. Agric. Imp. Tokyo. Bd. 6, 1915.
35. ERNST, A. und BERNARD, CH., Entwicklungsgeschichte des Embryosackes, des Embryo und des Endosperms von *Burmannia coelestis* Dow. Ann. jard. bot. Buitenzorg, Bd. 26.
36. HÄUSER, R., Untersuchungen an Makrogametophyten von Piperaceen. Beitr. z. allg. Bot., Bd. I, 1916.
37. SAMUELS, J. A., Etudes sur le développement du sac embryonnaire et sur la fécondation du *Gunnera macrophylla* Bl. Arch. f. Zellforsch., Bd. 8, 1912.

21. August Rippel: Die Wachstumskurve.

(Mit 1 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 12. März 1919.)

Bekanntlich geht das Wachstum einzelner Pflanzenorgane ebenso wie dasjenige der ganzen Pflanze dergestalt vor sich, daß sich entweder während des ganzen Entwicklungsverlaufes oder wenigstens während eines oder mehrerer Teile desselben ein Abschnitt findet, in dem die Vergrößerung langsam eingeleitet wird, dann immer intensiver wird bis zu einem Höhepunkt, von dem aus dieser Vorgang dann in umgekehrter Weise vor sich geht, das Wachstum also langsam bis zu völligem Stillstand abklingt. Das ist die Große Periode des Wachstums nach SACHS[1]) (S. 731). PFEFFER[2]) weist auch darauf hin, daß diese große Periode nicht nur für das Pflanzenwachstum charakteristisch ist, sondern allgemein im Organismenreiche verbreitet ist; er sagt z. B. (II, S. 8): „Es gilt dieses übrigens ebenso für die Entwicklung der Pflanzen

1) SACHS, J., Lehrbuch der Botanik. III. Aufl. Leipzig. W. ENGELMANN. 1873.

2) PFEFFER, W., Pflanzenphysiologie. Leipzig. W. ENGELMANN. 2. Aufl. 1904.

wie für die Entwicklung des Menschen, dessen geistige und körperliche Fähigkeiten mit der allmählichen Ausbildung in irgend einer Periode des Lebens zu dem Höhepunkt gelangen."

Man hat sich denn auch in der Tierphysiologie ebenfalls mit dieser Frage beschäftigt und gefunden, daß ganz allgemein die Zunahme des Körpergewichtes der Tiere ebenso vor sich geht (vergl. RHUMBLER)[1]). Die graphische Darstellung dieses Vorganges wird jedoch in beiden Disziplinen verschieden gehandhabt, indem in der botanischen Literatur, nach dem Vorgange von SACHS, ausschließlich auf der Abszisse die Zeit, auf der Ordinate die jeweils zwischen zwei einzelnen Zeitabschnitten gemessene Größenzunahme, woraus sich eine Kurve mit einem aufsteigenden und einem absteigenden Ast ergibt, in der Tierphysiologie dagegen die jeweils zu einem bestimmten Zeitabschnitt erreichte Summe der bis dahin festgestellten Größenzunahmen, aufgetragen wird, was zu einer S-förmig geschwungenen Kurve führt. Man vergleiche darüber die ausführliche Darstellung von OSTWALD[2]), der auch zahlreiche Beispiele aus botanischem Gebiet bringt.

Die Abbildung erklärt dies genauer: in ihr sind für zwei Fälle, I für den Verlauf der alkoholischen Gärung (Tab. II, 1), II für das Wachstum einer 1 mm großen Querscheibe aus der Streckungszone der Keimwurzel von *Vicia Faba* (Tab. I, 1) einmal gestrichelt der erste, sodann, ausgezogene Linie, der zweite Auftragungsmodus angewendet. Es ergibt sich also für diesen die für alle lebenden Vorgänge charakteristische S-Kurve.

Diese S-Kurve hat schon vor einiger Zeit ROBERTSON[3]) versucht mathematisch zu formulieren und am Wachstum (Gewichtszunahme) von Tieren, z. B. weißen Ratten, aber auch an der Gewichtszunahme der Kürbisfrucht zu beweisen versucht. Sodann hat MITSCHERLICH[4]) ohne Kenntnis der ROBERTSONschen Formel ebenfalls diese Kurve, gemessen an der Substanzzunahme verschiedener Pflanzen während der Vegetationszeit, mathematisch zu fassen gesucht. Die MITSCHERLICHsche Formel lautet:

$$\log(\sqrt{A} - \sqrt{y}) = \log\sqrt{A} - c \cdot x,$$

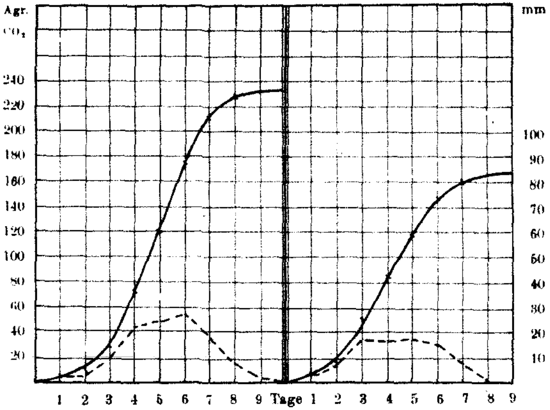
1) RHUMBLER, L., Wachstum tierischer Körper. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Bd. 10, S. 864. Jena. G. FISCHER. 1915.

2) OSTWALD, WO., Über die zeitlichen Eigenschaften der Entwicklungsvorgänge. Vorträge u. Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen. Herausgegeben von W. ROUX. Heft 5. Leipzig. W. ENGELMANN. 1908.

3) ROBERTSON, T. BR., On the normal rate of growth of an individual, and its biochemical significance. Archiv f. Entwicklungsmechanik. XXV. S. 581. 1907.

4) MITSCHERLICH, E. A., Das Gesetz des Pflanzenwachstums. Landwirtschaftl. Jahrb. Bd. LXVII, S. 167. 1919.

wobei A den überhaupt erreichten Höchstwert, y den auf der Ordinate aufgetragenen jeweils zur Zeit x, bzw. bestimmter Zeitabschnitte, die so gewählt sind, daß in ihnen die Produktion gleich ist (auf der Abszisse), erreichten Wert bedeutet. Es soll dies jedoch nur eine Grundform sein, die jeweils durch Einführung höherer Wurzeln oder auch durch Potenzen von x modifiziert werden muß. Abgeleitet wurde diese Formel aus der logarithmischen Funktion,



I Abb. 1. II

Verlauf der alkoholischen Gärung.

Wachstum einer 1 mm breiten Querscheibe aus der Streckungszone der Wurzel von *Vicia Faba*.

als welche sich die Ertragssteigerung einer Pflanze bei verschiedener Staffelung eines Vegetationsfaktors, bei Konstanz der übrigen, darstellt und die RODEWALD[1]) kürzlich an dieser Stelle kurz besprochen hat.

Die ROBERTSONsche Formel, auf deren Ableitung ich weiter unten noch zurückkommen werde, lautet:

$$\log \frac{y}{A - y} = k\,(x - x_1).$$

1) RODEWALD, H., „Der Vegetationsversuch." Diese Berichte. XXXVI. S. 199. 1918.

Die Bezeichnungen sind die gleichen wie oben[1]; x_1 bedeutet den Zeitpunkt, zu dem die Hälfte des Höchstertrages A erreicht ist. Die Konstante *k* muß aus dieser Formel durch Einsetzen der verschiedenen empirisch gefundenen Werte berechnet werden; das Mittel aus allen diesen Werten ergibt k. Durch Einsetzen der Zeitabschnitte x wird dann ermittelt, wie sich die so zu berechnenden y-Werte den gefundenen anpassen, wofür weiter unten einige Beispiele angeführt sind.

Welcher dieser beiden Formeln passen sich nun die bei den Pflanzen beobachteten Wachstumsvorgänge am besten an? Ich werde an anderer Stelle[2]) ausführlicher zeigen, daß nicht mit der MITSCHERLICHschen, wohl aber bei der ROBERTSONschen Formel eine weitgehende Anpassung der empirisch gefundenen Tatsachen zu beobachten ist, wofür nachstehend, für die ROBERTSONsche Formel, einige Belege angeführt seien:

Tabelle I.

1. 1 mm starke Querscheibe aus der Streckungszone der Keimwurzel von *Vicia Faba* (SACHS[3]), S. 790)			2. Koleoptile von *Avena*, konstante äußere Bedingungen, Beleuchtung von 500 M. K. (SIERP[4]), S. 660)		
Zeit in Tagen	gefunden mm	berechnet mm	Zeit in 10 Stunden	gefunden mm	berechnet mm
1	—	—	1	—	—
2	8,8	4,8	2	2,2	2,9
3	7,5	10,6	3	6,6	5,9
4	25,0	23,2	4	11,8	11,1
5	41,5	42,0	5	18,1	17,3
6	58,5	60,8	6	23,8	28,9
7	78,0	78,4	7	29,1	28,6
8	80,0	79,6	8	32,1	32,4
			9	88,2	88,2
			10	83,5	88,8

$\log \frac{y}{84-y} = 0{,}42\,(x-5)$ Nach der Formel $\log \frac{y}{34{,}5-y} = 0{,}8446\,(x-5)$

1) Ich habe diese Bezeichnungen gewählt, da sie den in der landwirtschaftlichen Literatur üblichen entsprechen; bei ROBERTSON lautet die Formel:

$$\log \frac{x}{A-x} = k\,(t - t_1).$$

2) RIPPEL, A., Die Wachstumskurve der Pflanzen und ihre mathematische Behandlung durch ROBERTSON und MITSCHERLICH. FÜHLINGs landw. Ztg. LXVIII. 1919.

3) SACHS, J., Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. Leipzig. W. ENGELMANN. 1874.

4) SIERP, H., Ein Beitrag zur Kenntnis des Einflusses des Lichts auf das Wachstum der Koleoptile von *Avena sativa*. Zeitschr. f. Botan. X, S. 641. 1918. Die Größenmessungen sind auf mm umgerechnet, die Zeiten zu je 10 Stunden zusammengefaßt.

Ganz gleiche Verhältnisse wie bei den genannten *Euphorbia*-arten finden wir bei den Penaeaceae (9). Doch ist dort noch eine wichtige Abweichung gefunden, über die ERNST (3) nach einer brieflichen Mitteilung von STEPHENS berichtet; es können nämlich in einzelnen Embryosäcken sich noch andere Kerne mit den vier Polkernen vereinigen, d. h. einzelne Zellentriaden bilden die Zellwände nicht aus. Hier wäre also ein unmittelbarer Übergang zum *Gunnera*-Typus gegeben.

Die Zellentriaden gehen nach der Befruchtung zugrunde, während sich das Endosperm in gewohnter Weise entwickelt. Von den 16kernigen Embryosäcken mit vier Zellentriaden leitet sich der normale 8kernige Embryosack dadurch ab, daß die zweite Teilung im Embryosack, die vier kreuzweis gelagerte Kerne hervorbrachte, ausgefallen ist, so daß die Zellentriaden nur noch an zwei Polen angelegt werden. Dadurch ist dann auch der sekundäre Embryosackkern nur das Verschmelzungsprodukt aus zwei Kernen.

Daß bei der Befruchtung der sekundäre Embryosackkern mit dem einen Spermakern verschmilzt, ist an sich unwesentlich. Bei den Gymnospermen degeneriert der zweite in den Eiapparat eingedrungene Spermakern, weil das Endosperm bereits vollkommen zellig geworden ist und sich gegen das Archegonium abgeschlossen hat, bei den Angiospermen ist der sekundäre Embryosackkern das Produkt der Verschmelzung der freien Kerne; diese Tendenz, zu verschmelzen, liegt ebenfalls in dem zweiten Spermakern.

Die Kernverschmelzung der Polkerne findet ihre Wiederholung in den häufig beschriebenen Kernverschmelzungen vielkerniger Endospermzellen.

Wir wollen jetzt an einigen Beispielen prüfen, ob die von mir gegebene Erklärung der Homologien des angiospermen Embryosackes sich mit den bisherigen zytologischen Tatsachen gut vereinigen läßt.

Eine der beiden Synergiden ist bei einigen Pflanzen gelegentlich befruchtungsfähig, z. B. bei *Gastrodia* (34), *Najas* (16), *Allium* (17, 18), *Trillium* (19), *Lilium* (20), *Iris* (21), *Aconitum* (22), *Delphinium* (23). Da nach meiner Erklärung die eine Synergide eine Schwesterzelle des oberen Polkerns ist, läßt sich ein derartiger Vorgang gut verstehen. Dieser Vorgang entspricht genau der Verschmelzung des Spermakerns mit dem oberen Polkern; bekanntlich tritt diese Verschmelzung sehr häufig vor der Vereinigung der beiden Polkerne ein, auch ist z. B. der Polkern bei Pflanzen mit nur vierkernigem reifen Embryosack haploid. Ferner wäre noch die Erklärungsmöglichkeit, daß diese von dem viel-

kernigen Prothallium abgegebene Zelle Archegoniumcharakter annimmt. Auch daraus, daß z. B. bei *Cypripedium* (27) und *Gastrodia* (34) der eine Synergidenkern mit dem Polkern verschmilzt, ergibt sich die Ungleichwertigkeit der beiden Synergiden; diese Fälle bilden den Übergang von der „Befruchtung" des Endospermkerns zur Befruchtung der einen Synergide.

Dagegen ist die andere Synergide als zur baldigen Degeneration bestimmte Bauchkanalzelle zur weiteren Entwicklung unfähig.

Immerhin soll nicht die Möglichkeit bestritten werden, daß die Synergide mit Bauchzellcharakter durch den zweiten Spermakern befruchtet werden kann. Hat doch HUTCHINSON (32) bei *Abies balsamea* eine Befruchtung des Bauchkanalzellkerns durch den zweiten Spermakern und die Bildung von Proembryonen auf diesem Wege ausdrücklich festgestellt.

Da die beiden Synergiden sich der Sekretausscheidung zur Anlockung der Spermakerne angepaßt haben, ist es erklärlich, daß sie die gleichen, dieser Funktion entsprechenden Merkmale angenommen haben (Vakuole, Fadenapparat).

Die Vermehrung der Antipodenzellen, z. B. bei den Gramineen, Compositen usw. ist als eine Weiterentwicklung des zelligen Prothalliums sehr verständlich, sie spricht aber außerordentlich gegen die Deutung der Antipoden als zweiter Eiapparat, da bei den höheren Pflanzen bisher noch nie eine Weiterentwicklung des haploiden Eies beobachtet wurde.

Dagegen finden wir häufig eine Weiterentwicklung der durch Ausbleiben der Reduktionsteilung diploid gebliebenen Eizelle, und finden es daher auch verständlich, wenn außer der diploiden Eizelle noch eine der beiden diploiden Synergiden zur Weiterentwicklung kommt, während die andere Synergide degeneriert. Diesem Fall, der von MURBECK (24) bei *Alchimilla* beobachtet wurde, steht allerdings das Verhalten von *Burmannia coelestis* (35) gegenüber, wo 1 bis 3 Zellen des diploiden Eiapparates entwicklungsfähig sind.

Daß der sekundäre Embryosackkern nicht unbedingt des Anstoßes durch die Kopulation mit dem zweiten Spermakern zu seiner Weiterentwicklung bedarf, ergibt sich aus den Beobachtungen von SHIBATA (25) und MURBECK (26) und ist uns als Weiterentwicklung des noch nicht zellig gewordenen Prothalliums sehr verständlich.

Die Reduktion des 16 kernigen Embryosackes zum 8 kernigen hat gleichfalls Analoga, nämlich in der Ausbildung des vierkernigen Embryosackes bei *Cypripedium* (27), *Plumbagella* (28), *Clintonia* (29),
19 *Helosis* (30), *Fuchsia* (31) u. a.

Der vierkernige reife Embryosack zeigt übrigens, da er entweder aus Eizelle, zwei Polkernen und einem Antipodenkern, oder aus Eizelle, zwei Synergiden und einem Polkern besteht, daß für die Befruchtung die Eizelle und für das Endosperm ein haploidchromosomiger Polkern genügt.

Vielleicht finden sich bei weiteren Untersuchungen noch Pflanzen, deren reifer Embryosack nur aus Eizelle und Polkern besteht.

Auch der von v. DERSCHAU (33) mitgeteilte Fall einer dispermen „Befruchtung“ (?) der Antipoden bei *Nigella arvensis* kann in keiner Weise als Beweis für die Eizellennatur der Antipoden herangezogen werden, da sowohl die Chalazogamie bei den Ranunculaceen einen Ausnahmefall vorstellt, als auch die Antipoden bei den Ranunculaceen eine sehr hohe Differenzierung aufweisen, denen jedenfalls die primitiven Merkmale, die für einen phylogenetisch zweiten Eiapparat sprechen würden, vollständig fehlen, und endlich die Verschmelzung der beiden Spermakerne mit dem einen Antipodenkern zeigt, daß es sich hier nicht um die Absättigung der weiblichen Qualitäten des Eies durch die männlichen eines Spermakerns handelt, sondern daß die durch den Eintritt der Spermakerne zufällig mehrkernig gewordene Antipode sich wie eine normale mehrkernige Zelle verhält, indem ihre Kerne das Bestreben haben, miteinander zu verschmelzen. Eine Entwicklung der Antipoden zu Keimen, wie wir sie z. B. bei *Allium odorum* (17, 18) kennen, wurde bei *Nigella* nicht beobachtet.

Ich wiederhole daher: Die Bestandteile des angiospermen Embryosackes lassen sich zwanglos auf den Embryosack der Gymnospermen zurückführen:

Die Eizelle entspricht der Eizelle der Gymnospermen.

Die eine Synergide ist homolog der Bauchkanalzelle.

Die andere Synergide ist als nachträglich abgegrenzte Zelle des vielkernigen Prothalliums anzusehen.

Die Polkerne sind die Reste des vielkernigen, noch nicht zellig differenzierten Prothalliums.

Die Antipoden entsprechen dem zelligen Prothallium der Gymnospermen.

Literatur.

1. PORSCH, O., Versuch einer phylogenetischen Erklärung des Embryosackes und der doppelten Befruchtung der Angiospermen. Jena 1907.

2. CAMPBELL, D. H., Recent investigations upon the embryo-sac of Angiosperms. The Amer. Naturalist, Bd. 36, 1902

3. ERNST, A., Ergebnisse neuerer Untersuchungen über den Embryosack der Angiospermen. Verhandl. d. schweiz. Nat. Ges. 1908.
4. JOHNSON, D. S., A new type of embryo sac in *Peperomia*. The Johns Hopkins Univ. circ. N. 3, 1907.
5. CAMPBELL, D. H., The embryo-sac of *Pandanus*. Bull. Torrey bot. Club. Bd. 36, 1909.
6. — —, Die Entwicklung des Embryosackes von *Peperomia pellucida* Kunth. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 17, 1899.
7. — —, The embryo-sac of *Peperomia*. Ann. of Botany, Bd. 15, 1901.
8. JOHNSON, D. S., On the endosperm and embryo of *Peperomia pellucida*. Bot. Gazette, Bd. 30, 1900.
9. STEPHENS, E. L., A preliminary note on the embryosac of certain Penaeaceae. Ann. of Botany, Bd. 22, 1908.
10. ERNST, A., Zur Phylogenie des Embryosackes der Angiospermen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 26a, 1908.
11. MODILEWSKI, J., Zur Embryobildung von *Euphorbia procera*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 27, 1909.
12. — —, Weitere Beiträge zur Embryobildung einiger Euphorbiaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 28, 1910.
13. — —, Über die anomale Embryosackentwicklung bei *Euphorbia palustris* L. und anderen Euphorbiaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 29, 1911.
14. DESSIATOFF, Zur Entwicklungsgeschichte des Embryosackes von *Euphorbia virgata* W. R. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 29, 1911.
15. DONATI, G., Ricerche embryologiche sulle Euphorbiaceae. Ann. Bot. Bd. 11, 1913.
16. GUIGNARD, L., La double fécondation dans le *Najas major*. Journ. de Bot., Bd. 15, 1901.
17. TRETJAKOW, S., Die Beteiligung der Antipoden in Fällen der Polyembryonie bei *Allium odorum* L. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 13, 1895.
18. HEGELMAYER, F., Zur Kenntnis der Polyembryonie von *Allium odorum* L. Bot. Ztg., Bd. 55, 1897.
19. ERNST, A., Chromosomenreduktion, Entwicklung des Embryosackes und Befruchtung bei *Paris quadrifolia* L. und *Trillium grandiflorum* Salisb. Flora, Bd. 91, 1902.
20. OVERTON, E., Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung und Vereinigung der Geschlechtsprodukte bei *Lilium Martagon*. Festschrift für NÄGELI und KÖLLICKER. Zürich 1891.
21. DODEL, A., Beiträge zur Kenntnis der Befruchtungserscheinungen bei *Iris sibirica*. Festschrift für NÄGELI und KÖLLICKER. Zürich 1891.
22. OSTERWALDER, Beiträge zur Embryologie von *Aconitum Napellus*. Flora, Bd. 87, 1898.
23. PERSIDSKY, D., Einige Fälle anomaler Bildung des Embryosackes bei *Delphinium elatum* L. Mém. de la Soc. des Nat. de Kiew, Bd. 23, 1914.
24. MURBECK, SV., Über Anomalien im Baue des Nuzellus und des Embryosackes bei parthenogenetischen Arten der Gattung *Alchimilla*. Lunds Univ. Arsskr., Bd. 38, 1902.
25. SHIBATA, K., Experimentelle Studien über die Entwicklung des Endosperms bei *Monotropa*. Biol. Centralbl., Bd. 22, 1902.
26. MURBECK, SV., Parthenogenetische Embryobildung in der Gattung *Alchimilla*. Lunds Univ. Arsskr., Bd. 36, 1901.

27. PACE, L., Fertilization in *Cypripedium*. Bot. Gazette, Bd. 44, 1907.
28. DAHLGREN, K. V. O., Der Embryosack von *Plumbagella*, ein neuer Typus unter den Angiospermen. Ev. Vet. Ak. Art. f. Bot., Bd. 14, 1915.
29. SMITH, R. W., The tetranucleate embryo sac of *Clintonia*. Bot. Gazette, Bd. 52, 1911.
30. CHODAT, R. et BERNARD, CH., Sur le sac embryonnaire d'*Helosis guyanensis*. Journ. de Bot., Bd. 14, 1900.
31. WERNER, EL., Zur Oekologie atypischer Samenanlagen. Beih. z. bot. Centralbl., *Bd. 32, 1914.*
32. HUTCHINSON, A. H., Fertilization in *Abies balsamea*. Bot. Gazette, Bd. 60.
33. DERSCHAU, M. v., Über disperme Befruchtung der Antipoden bei *Nigella arvensis*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 36, 1918.
34. KUSANO, S., Experimental Studies on the embryonal development in an Angiosperm. Journ. Coll. Agric., Imp. Tokyo, Bd. 6, 1915.
35. ERNST, A. und BERNARD, CH., Entwicklungsgeschichte des Embryosackes, des Embryo und des Endosperms von *Burmannia coelestis* Dow. Ann. jard. bot. Buitenzorg, Bd. 26.
36. HÄUSER, R., Untersuchungen an Makrogametophyten von Piperaceen. Beitr. z. allg. Bot., Bd. I, 1916.
37. SAMUELS, J. A., Etudes sur le développement du sac embryonnaire et sur la fécondation du *Gunnera macrophylla* Bl. Arch. f. Zellforsch., Bd. 8, 1912.

21. August Rippel: Die Wachstumskurve.

(Mit 1 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 12. März 1919.)

Bekanntlich geht das Wachstum einzelner Pflanzenorgane ebenso wie dasjenige der ganzen Pflanze dergestalt vor sich, daß sich entweder während des ganzen Entwicklungsverlaufes oder wenigstens während eines oder mehrerer Teile desselben ein Abschnitt findet, in dem die Vergrößerung langsam eingeleitet wird, dann immer intensiver wird bis zu einem Höhepunkt, von dem aus dieser Vorgang dann in umgekehrter Weise vor sich geht, das Wachstum also langsam bis zu völligem Stillstand abklingt. Das ist die Große Periode des Wachstums nach SACHS[1]) (S. 731). PFEFFER[2]) weist auch darauf hin, daß diese große Periode nicht nur für das Pflanzenwachstum charakteristisch ist, sondern allgemein im Organismenreiche verbreitet ist; er sagt z. B. (II, S. 8): „Es gilt dieses übrigens ebenso für die Entwicklung der Pflanzen

1) SACHS, J., Lehrbuch der Botanik. III. Aufl. Leipzig. W. ENGELMANN. 1873.

2) PFEFFER, W., Pflanzenphysiologie. Leipzig. W. ENGELMANN. 2. Aufl. 1904.

wie für die Entwicklung des Menschen, dessen geistige und körperliche Fähigkeiten mit der allmählichen Ausbildung in irgend einer Periode des Lebens zu dem Höhepunkt gelangen."

Man hat sich denn auch in der Tierphysiologie ebenfalls mit dieser Frage beschäftigt und gefunden, daß ganz allgemein die Zunahme des Körpergewichtes der Tiere ebenso vor sich geht (vergl. RHUMBLER)[1]. Die graphische Darstellung dieses Vorganges wird jedoch in beiden Disziplinen verschieden gehandhabt, indem in der botanischen Literatur, nach dem Vorgange von SACHS, ausschließlich auf der Abszisse die Zeit, auf der Ordinate die jeweils zwischen zwei einzelnen Zeitabschnitten gemessene Größenzunahme, woraus sich eine Kurve mit einem aufsteigenden und einem absteigenden Ast ergibt, in der Tierphysiologie dagegen die jeweils zu einem bestimmten Zeitabschnitt erreichte Summe der bis dahin festgestellten Größenzunahmen, aufgetragen wird, was zu einer S-förmig geschwungenen Kurve führt. Man vergleiche darüber die ausführliche Darstellung von OSTWALD[2], der auch zahlreiche Beispiele aus botanischem Gebiet bringt.

Die Abbildung erklärt dies genauer; in ihr sind für zwei Fälle, I für den Verlauf der alkoholischen Gärung (Tab. II, 1), II für das Wachstum einer 1 mm großen Querscheibe aus der Streckungszone der Keimwurzel von *Vicia Faba* (Tab. I, 1) einmal gestrichelt der erste, sodann, ausgezogene Linie, der zweite Auftragungsmodus angewendet. Es ergibt sich also für diesen die für alle lebenden Vorgänge charakteristische S-Kurve.

Diese S-Kurve hat schon vor einiger Zeit ROBERTSON[3]) versucht mathematisch zu formulieren und am Wachstum (Gewichtszunahme) von Tieren, z. B. weißen Ratten, aber auch an der Gewichtszunahme der Kürbisfrucht zu beweisen versucht. Sodann hat MITSCHERLICH[4]) ohne Kenntnis der ROBERTSONschen Formel ebenfalls diese Kurve, gemessen an der Substanzzunahme verschiedener Pflanzen während der Vegetationszeit, mathematisch zu fassen gesucht. Die MITSCHERLICHsche Formel lautet:

$$\log(\sqrt{A} - \sqrt{y}) = \log\sqrt{A} - c \cdot x,$$

1) RHUMBLER, L., Wachstum tierischer Körper. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Bd. 10, S. 864. Jena. G. FISCHER. 1915.

2) OSTWALD, WO., Über die zeitlichen Eigenschaften der Entwicklungsvorgänge. Vorträge u. Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen. Herausgegeben von W. ROUX. Heft 5. Leipzig. W. ENGELMANN. 1908.

3) ROBERTSON, T. BR., On the normal rate of growth of an individual, and its biochemical significance. Archiv f. Entwicklungsmechanik. XXV. 581. 1907.

4) MITSCHERLICH, E. A., Das Gesetz des Pflanzenwachstums. Landw. Jahrb. Bd. LXVII, S. 167. 1919.

wobei A den überhaupt erreichten Höchstwert, y den auf der Ordinate aufgetragenen jeweils zur Zeit x, bzw. bestimmter Zeitabschnitte, die so gewählt sind, daß in ihnen die Produktion gleich ist (auf der Abszisse), erreichten Wert bedeutet. Es soll dies jedoch nur eine Grundform sein, die jeweils durch Einführung höherer Wurzeln oder auch durch Potenzen von x modifiziert werden muß. Abgeleitet wurde diese Formel aus der logarithmischen Funktion,

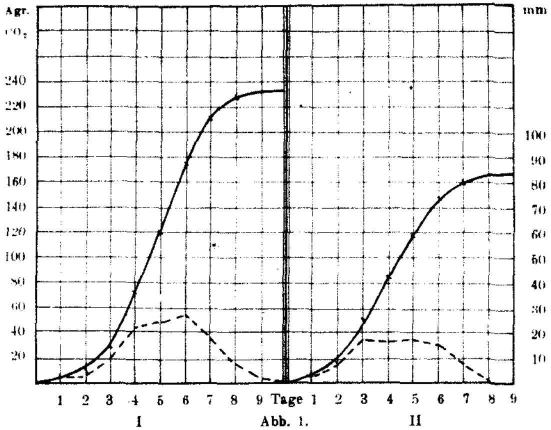


Abb. 1.

Verlauf der alkoholischen Gärung.

Wachstum einer 1 mm breiten Querscheibe aus der Streckungszone der Wurzel von *Vicia Faba*.

als welche sich die Ertragssteigerung einer Pflanze bei verschiedener Staffelung eines Vegetationsfaktors, bei Konstanz der übrigen, darstellt und die RODEWALD[1]) kürzlich an dieser Stelle kurz besprochen hat.

Die ROBERTSONsche Formel, auf deren Ableitung ich weiter unten noch zurückkommen werde, lautet:

$$\log \frac{y}{A - y} = k\,(x - x_1).$$

1) RODEWALD, H., „Der Vegetationsversuch." Diese Berichte. XXXVI. S. 199. 1918.

Die Bezeichnungen sind die gleichen wie oben[1]; x_1 bedeutet den Zeitpunkt, zu dem die Hälfte des Höchstertrages A erreicht ist. Die Konstante k muß aus dieser Formel durch Einsetzen der verschiedenen empirisch gefundenen Werte berechnet werden; das Mittel aus allen diesen Werten ergibt k. Durch Einsetzen der Zeitabschnitte x wird dann ermittelt, wie sich die so zu berechnenden y-Werte den gefundenen anpassen, wofür weiter unten einige Beispiele angeführt sind.

Welcher dieser beiden Formeln passen sich nun die bei den Pflanzen beobachteten Wachstumsvorgänge am besten an? Ich werde an anderer Stelle[2]) ausführlicher zeigen, daß nicht mit der MITSCHERLICHschen, wohl aber bei der ROBERTSONschen Formel eine weitgehende Anpassung der empirisch gefundenen Tatsachen zu beobachten ist, wofür nachstehend, für die ROBERTSONsche Formel, einige Belege angeführt seien:

Tabelle I.

1. 1 mm starke Querscheibe aus der Streckungszone der Keimwurzel von *Vicia Faba* (SACHS[3]), S. 790)			2. Koleoptile von *Avena*, konstante äußere Bedingungen, Beleuchtung von 500 M. K. (SIERP[4]), S. 660)		
Zeit in Tagen	gefunden mm	berechnet mm	Zeit in 10 Stunden	gefunden mm	berechnet mm
1	—	—	1	—	—
2	3,8	4,8	2	2,2	2,9
3	7,5	10,6	3	6,6	5,9
4	25,0	23,2	4	11,8	11,1
5	41,5	42,0	5	18,1	17,3
6	58,5	60,8	6	23,8	23,9
7	78,0	78,4	7	29,1	28,6
8	80,0	79,6	8	32,1	32,4
			9	33,2	33,2
			10	33,5	33,8

$\log \frac{y}{84-y} = 0{,}42\,(x-5)$ Nach der Formel $\log \frac{y}{34{,}5-y} = 0{,}8446\,(x-5)$

1) Ich habe diese Bezeichnungen gewählt, da sie den in der landwirtschaftlichen Literatur üblichen entsprechen; bei ROBERTSON lautet die Formel:

$$\log \frac{x}{A-x} = k\,(t - t_1).$$

2) RIPPEL, A., Die Wachstumskurve der Pflanzen und ihre mathematische Behandlung durch ROBERTSON und MITSCHERLICH. FÜHLINGs landw. Ztg. LXVIII. 1919.

3) SACHS, J., Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. Leipzig. W. ENGELMANN. 1874.

4) SIERP, H., Ein Beitrag zur Kenntnis des Einflusses des Lichts auf das Wachstum der Koleoptile von *Avena sativa*. Zeitschr. f. Botan. X. S. 641. Die Größenmessungen sind auf mm umgerechnet, die Zeiten zu je nden zusammengefaßt.

Tabelle II.

1. Kohlensäureabgabe bei der alkoholischen Gärung (RIPPEL)[1]			2. Wasserverbrauch von Hafer während der Vegetationsperiode (BÜNGER, nach MITSCHERLICH)[2]		
Zeit in Tagen	gefunden (Centigramm CO_2)	berechnet (Centigramm CO_2)	Zeit in Tagen	gefunden (in % des Gesamtverbrauchs)	berechnet (in % des Gesamtverbrauchs)
1	5	4,7	8	0,8	2,7
2	10	11,9	16	4,5	5,5
3	39	29,2	23	7,9	10,1
4	78	62,2	31	19,9	18,9
5	120	118,0	38	37,0	30,5
6	175	171,4	46	50,9	50,0
7	212	206,8	53	62,7	63,4
8	229	224,7	61	72,7	77,8
9	234	231,4	68	86,4	87,2
			78	97,3	95,0
			94	100,0	

$\log \frac{y}{236-y} = 0{,}4256\,(x-5)$ Nach der Formel $\log \frac{y}{100-y} = 0{,}0897\,(x-47)$

Ich will hier daher nicht weiter darauf eingehen und nur hervorheben, daß vor allem die MITSCHERLICHsche Formel stets, je nach dem vorliegenden Fall, verändert werden muß, auch weit andere Ergebnisse liefert, wenn man sie beispielsweise bei einer Beobachtungsreihe auf die von den täglichen Beobachtungen konstruierte Kurve anwendet, oder wenn man letztere zu größeren Perioden, etwa von je 3 Tagen, zusammenfaßt. Die ROBERTSONsche Formel dagegen lautet für jeden Fall gleich. Ihre Forderung, daß die maximale Zunahme dann stattfindet, wenn der Zyklus halb vollendet ist, findet sich, soweit sich das überblicken läßt, beim Pflanzenwachstum unter konstanten Verhältnissen verwirklicht. Bei der M.schen Formel liegt dagegen dieses Maximum stets viel tiefer. Auf weitere Einzelheiten will ich hier nicht eingehen.

Was die ROBERTSONsche Formel betrifft, so ersieht man aus den Tabellen, daß die Übereinstimmung mit den empirisch gefundenen Werten ganz außerordentlich groß ist. Bedeutendere Abweichungen finden sich eigentlich nur bei der ersten oder zweiten

---

1) RIPPEL, A., Über den Einfluß des wechselnden Barometerstandes auf den Verlauf der alkoholischen Gärung. Centralbl. f. Bakter. Abt. 2. XLVII, S. 225. 1916. Es ist die punktierte Kurve der Kurven-Tabelle I. Es ist auf S. 228 versehentlich angegeben mgr, es muß natürlich heißen ctgr.

2) MITSCHERLICH, E. A., l. c. S. 179.

Beobachtung. *Ich möchte aber darauf kein allzu großes Gewicht legen*; es hat das seinen Grund wohl lediglich darin, daß der Ausgangspunkt nicht genau bestimmt ist, da nicht von einer unendlich kleinen Größe, sondern von einer bereits beträchtlichen ausgegangen wurde, im Falle der Wurzel (Tab. I, 1) von einer 1 mm breiten Querscheibe. Weitere Untersuchungen, die zur Prüfung dieser Frage angestellt werden, würden auch zweifellos, bei Berücksichtigung dieses Punktes, völlige Übereinstimmung mit der Theorie erweisen. Daß bei den höheren Gliedern der gleiche Übelstand nicht zu einer Verschlechterung der Anpassung führt, liegt daran, daß dort, bei der bereits erreichten Größe, die im Verhältnis hierzu geringe Größe der Anfangsbeobachtung nicht mehr erheblich ins Gewicht fällt.

Es wäre schließlich noch zu fragen: Worauf beruht diese Einheitlichkeit im Verlaufe der verschiedensten mit dem Wachstum zusammenhängenden Vorgänge innerhalb des Organismenreiches? Wenn hierauf auch naturgemäß eine erschöpfende Antwort noch ausgeschlossen ist, so gibt es doch in der physikalischen Chemie Beobachtungen, die ein gewisses Verständnis für die Auffassung dieser Vorgänge bringen: Es sind das die sogenannten autokatalytischen Reaktionen, oder wie OSTWALD sie (l. c. S. 36) in Hinsicht auf Entwicklungsvorgänge genannt hat, autokatakinetischen Reaktionen, die ebenfalls diese S-Kurve zeigen; sie sind typisch für diejenigen katalytischen Vorgänge, bei denen im Verlaufe des Prozesses ein den Vorgang selbst beschleunigendes Produkt gebildet wird. ROBERTSON hat seine Formel denn auch von der Formel dieser Reaktionen abgeleitet. Die kritischen Bemerkungen von ENRIQUES[1]) scheinen mir nicht recht zuzutreffen; dieser Autor weist hauptsächlich auf die senile Abnahme des Gewichtes hin. Darin liegt aber gerade wohl der Hinweis, daß es sich dabei um spezifische Vorgänge handelt, nicht um die große Periode. Beim Längenwachstum der Pflanzen tritt ja auch kein seniler Rückgang auf.

Man kann sich demnach vorstellen, daß das wachsende Protoplasma eine organell und individuell spezifische Aktivitätsperiode durchläuft, deren Verlauf gänzlich von physiko-chemischen Gesetzen bestimmt wird, nach Art der autokatalytischen Reaktionen, die einmal eingeleitet in den vorgeschriebenen Bahnen ablaufen

1) ENRIQUES, P., Wachstum und seine analytische Darstellung. Biol. Ctrbl. XXIX, S. 331. 1909.

müssen, von äußeren Faktoren also nicht mehr prinzipiell, sondern nur zeitlich und quantitativ beeinflußt werden können; deren Wirkung eben für das aktive Protoplasma charakteristisch ist im Vergleich zum ruhenden und als deren Produkt die gekennzeichnete Wachstumskurve resultiert, die dergestalt als von inneren Ursachen abhängig erscheint.

Agrikulturchemisches und Bakteriologisches Institut der Universität Breslau.

Sitzung vom 25. April 1919.

Vorsitzender: Herr P. LINDNER.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Ableben unseres Mitgliedes Herrn Dr.

V. Engler

in **Breslau**, der am 14. 5. 1917 in Mazedonien auf dem Felde der Ehre gefallen ist.

Die Anwesenden ehren das Andenken an den Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Bachmann, Dr. **Fritz**, 1. Assistent am Botan. Institut in **Bonn** (durch H. FITTING und E. KÜSTER), und

Stern, Dr. **Kurt** in **Charlottenburg**, Schlüterstr. 37 (durch C. CORRENS und H. KAPPERT).

Zum ordentlichen Mitgliede wird ernannt Herr

Gaulhofer, Dr. **Karl**, Professor, in **Bruck (Steiermark)**.

Bericht der Kommission der Deutschen Botanischen Gesellschaft über die Hebung der Produktion von Speisepilzen[1]).

Die Kommission ist, nachdem ihre Mitglieder LINDAU, LINDNER und REINHARDT vorläufige Erkundigungen eingezogen hatten, nach den Ferien am 6. November 1916 zusammengetreten und hat beschlossen, weitere Berichte und Ratschläge von erfahrenen Pilzkennern und Forschern einzuholen. Darauf sind Antworten von folgenden Herren eingegangen, denen die Kommission auch an dieser Stelle ihren Dank ausspricht.

BAKALLA, Kgl. Seminarlehrer, Habelschwerdt,

BORGMANN, Prof. Dr., Tharandt, Forsttechnischer Referent im Kriegsernährungsamt.

1) Die Kommission wurde auf Veranlassung des Herrn Geh. Rat HABERLANDT, an den sich der Herr Kultusminister gewandt hatte, vom Vorstande gewählt. (Siehe Bd. XXXIV S. 421.) Der Bericht wurde in der Januarsitzung 1917 verlesen, aber damals nicht veröffentlicht. (S. Bd. XXXV, S. 3)

DITTRICH, Prof. Dr., Gymnasialoberlehrer, Breslau.

GRAMBERG, Lehrer, Königsberg i. Pr.

LAKOWITZ, Prof. Dr., Oberlehrer, Danzig.

LUDWIG, Prof. Dr., Hofrat, Greiz.

MÖLLER, Prof. Dr., Oberforstmeister, Direktor der Forstakademie in Eberswalde.

RICKEN, Pfarrer, Lahrbach, (Rhön).

ROMAN SCHULZ, Lehrer, Berlin.

Die Ansichten dieser Herren und der Mitglieder der Kommission stimmen im großen Ganzen überein und lassen sich kurz dahin zusammenfassen, daß

I. für die Kriegszeit vor allem Aufklärung über die Pilze selbst zu erfolgen hat,

II. einige Pilze nach mehr oder weniger erprobten Methoden gezüchtet werden, oder ihre Verbreitung gefördert wird,

III. aber für die meisten Pilze langjährige Versuche nötig sein werden, um sie im Walde, Felde oder Garten zu ziehen oder auch nur ihr Wachstum zu fördern.

I.

Zu der Frage, wie die Kenntnis der eßbaren und auch der giftigen und schädlichen Pilze gefördert werden kann, wie weitere Volkskreise über den Wert der Pilze für die Ernährung aufzuklären sind, liegen in der Literatur wertvolle Hinweise vor. Herr BORGMANN macht in seiner Abhandlung: „Die Mitwirkung der deutschen Forstwirtschaft an den Aufgaben der Volksernährung im Kriege“[1]) auf Seite 379 ff. entsprechende Vorschläge, und ähnliche Vorschläge finden sich in fast allen der Kommission zugegangenen Schreiben.

Amtliche Stellen: Schulen, Lehrer-Seminare haben die Aufgabe, im Unterricht die Kenntnis der eßbaren und schädlichen Pilze zu verbreiten. Die Behörden können diese Kenntnisse verallgemeinern und erweitern durch Verbreitung von Belehrungsschriften, guten Pilztafeln, Pilzwanderungen unter kundigen Führern, durch Vorträge, Pilzausstellungen und Unterrichtskurse. In Markthallen sollten Schaukästen mit den eßbaren Pilzen der Zeit angebracht werden, und in größeren Orten müßten besondere Pilzbeschauer angestellt werden mit dem Rechte, Verkaufsscheine für die ausgelegten Pilze auszustellen, um Vergiftungen zu verhüten. In den Städten sind besondere Beratungsstellen für Pilzkunde einzurichten, wo gratis oder gegen Entgelt die Pilze bestimmt

1) Tharandter Forstliches Jahrbuch, Bd. 67, H. 5/6, 1916.

werden, und Auskunft über ihr Sammeln und ihre Zubereitung gegeben wird. Auch eine Unterweisung in der Zubereitung der Pilze könnte in Haushaltungsschulen und Frauenvereinen erfolgen.

Eine Marktaufsicht, bezw. Auskunftsstelle besteht in Königsberg (GRAMBERG) und Danzig (LAKOWITZ); einen Vortrag über Marktpilze hat Herr DITTRICH in diesem Jahre in Breslau gehalten; Pilzausstellungen waren in Berlin (ROMAN SCHULZ u. a.) und Habelschwerdt (BAKALLA). Wo große Mengen Pilze zur Verfügung stehen, geben sie ein gutes Schweine- und Hühnerfutter. Doch müssen sie auch hierzu passend zubereitet werden (DITTRICH).

II.

Die folgenden Versuche können sofort empfohlen werden:

1. Züchtung nach Art der Champignon-Kulturen,
2. Züchtung auf Beeten von Lauberde,
3. Züchtung auf Holz und auf Baumstubben.
4. Züchtung durch Anpflanzung von Bäumen mit Mykorrhizen.

1. Ähnlich wie der Champignon (*Psalliota campestris*) lassen sich züchten:

Tricholoma nudum (DITTRICH, R. SCHULZ),
Russula virescens (DITTRICH, R. SCHULZ),
Coprinus comatus (RICKEN, R. SCHULZ),
Paxillus involutus (RICKEN),
Clitopilus prunulus (R. SCHULZ),
Morcheln (DITTRICH, GRAMBERG).

Über die Champignon-Kultur besteht eine reichhaltige Literatur. Der Erfolg der Kulturen hängt vielfach von örtlichen Umständen ab, so daß sie erfahrenen Gärtnern zu überlassen ist. Wie weit Versuche mit den oben aufgeführten Pilzen Erfolge bringen, läßt sich schwer vorher sagen. In Frankreich sollen solche Kulturen mit *Tr. nudum* und mit Speisemorcheln guten Erfolg gebracht haben (FALCK, GRAMBERG).

2. Für die Züchtung auf schnell und leicht herzustellenden, gedüngten Beeten von Lauberde empfiehlt FALCK *Psalliota silvatica, Lepiota excoriata, Tricholoma graveolens, gambosum* und *boreale*, die sogenannten Maipilze; GRAMBERG und ROMAN SCHULZ außerdem noch *Clitocybe laccata* und *Amanita rubescens*.

3. Am einfachsten ist die Züchtung auf Baumstubben, auf die Pilze mit reifen Sporen gelegt oder besser noch gestellt werden, sodaß die Sporen auf natürliche Weise ausgestreut werden können. Auch durch Begießen mit sporenhaltigem Wasser kann

man eine erfolgreiche Aussaat erhalten. Zu solchen Kulturen werden empfohlen: *Pholiota mutabilis*, *Pleurotus ostreatus* und *Armillaria mellea*. Der erste Pilz, der Stockschwamm, ist ein unschädlicher, totes Holz bewohnender Pilz. Auch der zweite, der Drehling oder Austernpilz, tritt nie so häufig auf, daß er Schaden verursachte, trotzdem er sich auch an lebenden Bäumen findet. Der dritte Pilz, der Halimasch, ist aber einer unserer schädlichsten Pilze als Waldverderber, dem jährlich viele Waldbäume zum Opfer fallen. Wie weit seine Züchtung und Vermehrung dem Forste größeren Schaden bringt, als der Wert der geernteten Pilze ist, ist eine zweite Frage. Jedenfalls müßten die jungen Hallimasche gesammelt werden, bevor sie ihre reifen Sporen ausstreuen können.

4. Einige Pilze finden sich nur unter bestimmten Bäumen; ihr Vorkommen und Wachstum ist an diese Bäume geknüpft, ihr Mycel lebt in Symbiose mit den Wurzeln der Bäume und bildet die sogenannten Mykorrhizen. Die Kultur dieser Pilze geschieht am besten so, daß junge Bäume mit den Mykorrhizen dieser Pilze so verpflanzt werden, daß man sie mit genügend großen Wurzelballen umsetzt. Das bekannteste Beispiel dieser Züchtung ist die Kultur der Perigord-Trüffel. LUDWIG nennt als Pilzbäume: Lärche und Weihmouthskiefer (*Boletus elegans* und *B. Boudieri var. pictilis*), Birke (*Boletus rufus* und *B. scaber*), Fichte und Kiefer (*Boletus edulis*).

III.

Über das Wachstum des Mycels der eßbaren Pilze ist wenig bekannt, weder über das Alter, das es unter günstigen Bedingungen überhaupt erreichen kann, noch darüber, wann und unter welchen Umständen es seine Fruchtkörper entwickelt. Daß die Mycelien einiger Pilze recht alt werden können, geht aus der Bildung großer, sogenannter Hexenringe hervor, die oft viele Meter Durchmesser erreichen. Einige Pilze erscheinen fast regelmäßig an einem bestimmten Standorte und wiederum andere treten nur in einem Jahre an demselben Standorte auf und verschwinden dann wieder für immer, oder für mehrere Jahre.

Um die Kultur, Verbreitung, Förderung des Wachstums und der Fruchtbildung der nützlichen Pilze zu heben, bedarf es jahrelanger Versuche und Vorbereitungen, die von Forstakademien und anderen wissenschaftlichen Instituten anzustellen wären, vielleicht unter Beirat pilzkundiger Physiologen und Sammler.

Die Sporen werden in geradezu unendlichen Mengen gebildet und durch die Luft und durch Tiere weithin verbreitet. Sie werden an Stellen, wo sie günstige Bedingungen finden, sicher

keimen und sich weiter entwickeln! Wir kennen erst von wenigen eßbaren Pilzen die Keimung der Sporen, und Versuche, sie in künstlichen Nährlösungen zum Keimen zu bringen, wären somit zu empfehlen. Sofort könnten auch Versuche angestellt werden, die Sporen auszusäen, wie es oben für die Aussaaten auf Baumstubben geschildert ist. Über Erfolge solcher Aussaaten ist aber sicheres nicht bekannt. Mit größeren Kosten und Umständen verknüpft, wohl aber schnelleren Erfolg versprechend, wäre das direkte Auspflanzen des Mycels durch Übertragen genügend großer Bodenstücke mit dem Mycel in Wälder, auf Felder und Wiesen, an Orte, die geeignete Bedingungen für das Gedeihen der betreffenden Pilze zu versprechen scheinen. Dabei ist Rücksicht auf Feuchtigkeit und Trockenheit des Standortes, ob Laub-, Nadel- oder Mischwald u. a. zu nehmen. Der Erfolg wird auch dann noch unsicher sein, solange wir die Bedingungen für die einzelnen Pilze nicht kennen, und wahrscheinlich hängt das Gedeihen der Pilze, noch mehr als anderer Nutzpflanzen, von äußeren, nicht oder schwer beeinflußbaren Umständen ab: Pilze, die in nassen Jahren auf trockenem Boden wachsen, kommen in trockenen Jahren auf Sumpfstellen vor. Wo es sich lohnt, könnte durch Zu-, beziehentlich Ableiten von Wasser, durch Begießen das Wachstum gefördert werden. Der geringe Mehrertrag würde kostspielige Anlagen und Arbeiten nicht lohnen. Und dasselbe gilt von der Düngung; obgleich schon geringe Düngung mit Mist das Wachstum einiger Pilze fördert. Künstliche Düngermittel, vor allem Nitrate und Ammoniak, werden nach FALCK von einigen Basidiomyceten, und zu dieser Gruppe gehören die meisten unserer Speisepilze, nicht aufgenommen, so gute Nährmittel diese Stoffe für die meisten niederen Pilze und einige Ascomyceten sind.

Um die Pilze zu verbreiten oder da, wo sie von Natur vorkommen, ihren Ertrag zu heben, ihr Wachstum zu begünstigen und zu fördern, lassen sich zur Zeit sichere Erfolge versprechende Vorschläge weder für bestimmte Arten noch Methoden machen.

Herrn Medizinalrat Dr. W. O. FOCKE in Bremen wurde zu seinem 85. Geburtstage am 5. 4. 1919 ein Glückwunschtelegramm übersandt, wovon der Vorsitzende Mitteilung macht. Ein Dankschreiben des Inhabers wurde verlesen.

Mitteilungen.

22. Ernst G. Pringsheim: Ein neues Verfahren zur Darstellung von Sporen im Bakterienkörper.

(Eingegangen am 28. März 1919.)

1. Färbevorschrift: a) Sporenhaltiges Material auf Objektträger ausstreichen, trocknen lassen und mit der beschickten Seite nach oben über kleiner Flamme so lange erhitzen, bis der erst entstandene Hauch wieder verschwunden ist.

b) 2 Min. 5 prozent. Chromsäure[1]) sorgfältig mit Wasser spülen. Wasser abschleudern.

c) Karbolfuchsin aufgießen und dreimal bis zur Dampfbildung erhitzen.

d) Nach Wasserspülung mit Methylalkohol differenzieren bis die aufgetropfte Flüssigkeit farblos abläuft. Trocknen.

e) Auf den Objektträger, rechts neben die mit Material bedeckte Stelle eine Öse chinesische Tusche oder Cyanochin[2]) bringen, die Kante eines schräg gehaltenen Deckglases so auf den Objektträger aufsetzen, daß sie den Tuschetropfen links berührt und das Deckglas mit der Kante voran über das angetrocknete Material führen, so daß die Tusche nachgezogen wird (wie bei Blutausstrichen üblich).

f) Säurefreier Kanadabalsam, Deckglas.

2. Ergebnis: Sporen tiefrot, Bakterienleiber ungefärbt auf grauem oder blauem Grunde.

3. Vorteile der Methode: Es genügt das als Universalfärbemittel stets vorrätige ZIEHLsche Karbolfuchsin. Anilinwasserfuchsin, das wohl stärker färbt, aber frisch hergestellt werden muß, ist nicht nötig, weil Methylalkohol nicht so stark entfärbt

1) Es kann auch verwendet werden: Mischung von gesättigter Kaliumbichromatlösung und konzentrierter Schwefelsäure zu gleichen Teilen, verdünnt mit dest. Wasser auf das 10fache.

2) Cyanochin nach EISENBERG oder Tusche nach BURRI, beides bezogen von Dr. GRÜBLER, Leipzig.

wie verdünnte Mineralsäuren oder Säurealkohol. Trotzdem differenziert er genügend, was bei Aethylalkohol nicht der Fall ist.

Die „Negativfärbemethode“ mit Tusche oder noch schöner mit Cyanochin ziehe ich der Kontrastfärbung mit Methylenblau oder Malachitgrün aus folgenden Gründen vor:

a) Die Sporen, ihre Größe, Lage, Form heben sich deutlicher von der fast farblosen Grundsubstanz des Bakterienleibes ab als wenn diese gefärbt wird[1]).

b) Die Umrisse des ungefärbten Bakterienkörpers heben sich vom dunklen Untergrund viel schöner ab als die des gefärbten vom farblosen. Dies gilt besonders auch von den schlecht färbbaren Resten, die bei der Sporenbildung zurückbleiben.

c) Die Präparate sind besser haltbar als die üblichen, da Methylenblau und Malachitgrün schnell abblassen, Tusche aber niemals und auch Cyanochin beständig zu sein scheint.

---

1) Die Hoffnung, mit Malachitgrün einen besseren Farbenkontrast zum Fuchsin zu erzielen als mit Methylenblau, ist hinfällig, weil beide Farbstoffschichten sich übereinander lagern. Da sie aber nur im äußersten Rot einen gemeinsamen Durchlaßbereich haben, erscheinen dann die Sporen braun anstatt rot.

23. Ernst G. Pringsheim: Über die Herstellung von Gelatinefarbfiltern für physiologische Versuche.

(Eingegangen am 28. März 1919.)

Seit ich vor zehn Jahren an dieser Stelle[1]) die Herstellung von Gelatinegelbfiltern als Ersatz für Kaliumbichromatkuvetten angegeben habe, sind sie wohl da und dort erwähnt, die Methode aber ist meines Wissens nicht weiter gebildet worden. Da ich inzwischen mehrfach Gelegenheit hatte, mich von den Nachteilen und Unbequemlichkeiten beim Arbeiten mit Farbflüssigkeiten zu überzeugen, habe ich weitere Versuche angestellt, deren Ergebnis es nun ist, daß ich eine Reihe von Farbfilterplatten besitze, die das Spektrum in eine ganze Anzahl von kurzen Stücken zu zerlegen erlauben.

Die Fortschritte liegen einmal in der Auffindung einer ganzen Anzahl von Farbstoffen und Farbstoffkombinationen, die sich für den *genannten Zweck eignen, andererseits in der Erleichterung der* Herstellung. Letztere wird dadurch erreicht, daß es bei den meisten Farbstoffen nicht nötig ist die Gelatineschichten selbst herzustellen. Es gelingt, fertige Schichten anzufärben. Zu dem Zwecke werden irgendwelche unbrauchbar gewordenen, aber nicht entwickelten photographischen Platten ausfixiert, gründlich gewässert und getrocknet. Dadurch, daß man sie etwa 2 Stunden in eine möglichst starke, *filtrierte*, wässerige Lösung des Farbstoffes einlegt, färbt sich die Schicht mit den meisten angegebenen Farbstoffen intensiv genug, um das weiter unten spektroskopisch definierte Absorptionsvermögen zu erlangen.

Die Hauptschwierigkeit bestand darin, daß viele Farbstoffe einen Durchlaßbereich im äußersten sichtbaren Rot besitzen, so z. B. Methylenblau, die Violettfarbstoffe, Malachitgrün. Bei flüssigen Strahlenfiltern kann man dieses rote Licht durch Kupfer-

1) Diese Berichte, Bd. 26a, 1908, S. 556.

salze beseitigen[1]), bei Gelatinefiltern geht das nicht. Einen Ersatz habe ich im Berliner Blau gefunden. Auch das Kupferoxydammon läßt sich schwer ersetzen. Wie schon 1908[2]) angedeutet, ist Berliner Blau ein gutes Blaufilter, das allerdings im Gegensatz zu Kupferoxydammon Violett nicht ganz durchläßt. Da ferner Berliner Blau an sich unlöslich ist und in Oxalsäure gelöst werden muß, ist es gleichfalls für Gelatinefilter nicht ohne weiteres verwendbar. Es gelingt aber die Herstellung sehr schöner Blaufilter (ohne Durchlaßbereich im Rot!) bei Verwendung von „löslichem Berlinerblau" von GRÜBLER. Allerdings färbt auch dieses nicht die fertige Gelatineschicht. Die Herstellung muß also so geschehen, wie ich das früher für Methylorange angegeben habe: In einer gesättigten, filtrierten Lösung von „Berliner Blau, leicht löslich" werden 20 % Gelatine zum Aufquellen gebracht und dann im Wasserbade gelöst. Zu 100 ccm kommt 1 Tropfen Glyzerin und eine Spur Phenol. Wird die Gelatine sofort verarbeitet, so kann das Antiseptikum auch fortbleiben. Von der heißen Lösung wird dann auf sorgfältig mit Chromschwefelsäure (gesättigte $K_2Cr_2O_7$-Lösung + konzentr. H_2SO_4 zu gleichen Teilen) gereinigte, gespülte, staubfrei getrocknete und mit Hilfe der Wasserwage genau wagerecht gelegte Glasplatten ausgegossen, so daß die Schicht recht gleichmäßig wird. Nach dem Erstarren der Gelatine werden die Platten zum Trocknen mit der Schicht nach unten schräg angelehnt.

Um die gefärbten oder gegossenen Gelatineschichten zu schützen, zugleich aber die Absorption zu verstärken oder die zweier Farbstoffe zu kombinieren, werden die Platten mit farblosen Glasscheiben, gleichartig oder ungleichartig gefärbten Platten Schicht an Schicht aufeinandergelegt und am Rande in der für Diapositive üblichen Weise mit schwarzen Papierstreifen zusammengeklebt.

Im folgenden gebe ich nun die einzelnen Farbfilter an mit den Strahlen, die sie durchlassen und absorbieren, weiter unten die einzelnen Spektralbezirke, wie sie mit Hilfe der einzelnen oder zusammenwirkenden Filter aus dem weißen Licht herausgeschnitten werden können.

---

1) W. A. NAGEL, Über flüssige Strahlenfilter, Biolog. Ctrbl. 18, 649 (1898). — TH. MEINHOLD, Beitr. zur Physiol. d. Diatomeen, Beitr. z. Biologie d. Pfl. 10, 353 (1910). — A. SCHMIDT, Die Abhängigkeit der Chlorophyllbild. v. d. Wellenl. d. Lichtes. Ebenda 12, 274 (1914).

2) a. a. O. S. 557 Anm.

	läßt durch	absorbiert
I. Saffranin	das ganze Rot, etwas Violett	Orange bis Violett
II. Bismarckbraun	Rot bis Gelbgrün	Grün bis Violett
III. Tropaeolin	Rot bis Grün	Blaugrün bis Violett
IV. Naphtholgrün	Orange bis Blaugrün	Blau bis Violett
V. Malachitgrün	Dunkelrot, Gelb bis Violett	Hellrot und Orange
VI. Berliner Blau	Blau und Violett	Rot bis Blaugrün
VII. Gentianaviolett	Rot, Blau und Violett	Orange, Gelb, Grün

Ausschnitte aus dem Spektrum:

Dunkelrot	II + VII
Rot und Orange	I + II
Rot bis Gelbgrün	III
Gelb (Orange u. grüner Rand)	III + IV
Gelb bis Blaugrün	IV + IV
Grün und Gelb ohne Orange	IV + V
Grün	III + IV
Grün und Blaugrün	V + VI
Blaugrün bis Indigo	VI
Blau bis Indigo	VI + VII

(Wenn schwach angefärbt, auch Violett.)

Ein reines Violett war leider bisher nicht zu erzielen. Für die meisten Zwecke dürfte aber die angegebene Farbenskala genügen. Über die Lichtechtheit habe ich bisher keine ausreichenden Erfahrungen. Sie scheint aber erheblich zu sein. Ein großer Vorteil der Farbplatten ist ihre Haltbarkeit, so daß sie, einmal hergestellt und geprüft, immer wieder zur Verfügung stehen.

24. Georg Funk: Notizen über Meeresdiatomeen.

(Mit 4 Abb. im Text.)

(Aus der zoologischen Station zu Neapel 1913/14.)

(Eingegangen am 15. April 1919.)

1. Über das Vorkommen der blauen Diatomee bei Neapel.

Navicula ostrearia Gaill., die nach den einwandfreien Untersuchungen SAUVAGEAUs (3. u. 4.) die Grünfärbung der Austern in den großen Austernzüchtereien der französischen Westküste, besonders denjenigen von Marennes hervorruft, hat in den genannten Austernparks bei einer Tiefe von einem halben Meter ihre hauptsächlichste Verbreitung. Sie tritt dort in solchen Mengen auf, daß sie imstande ist, das Wasser völlig blau zu färben. Ihr Vorkommen im Mittelmeer ist nur sehr vereinzelt. Hier hatte sie MOLISCH (1) im Golf von Triest 1894 festgestellt und 1903 genaueres darüber mitgeteilt. Sie fand sich dort stets nur einzeln auf der großen Steckmuschel *Pinna nobilis* L.; nach diesem Substrat zu schließen vermutlich in größerer Tiefe. 1906 beobachtete SAUVAGEAU (2) die blaue Diatomee bei Banyuls an der französischen Mittelmeerküste, wo sie auf *Liebmannia Levillei* Ag. ziemliche Ansammlungen bildete, die mit bloßem Auge zu erkennen waren. 1909 berichteten CALVET und PAUL (5), daß sie mit Hilfe grüner, von Marennes bezogener Austern die blaue Diatomee zur Ansiedelung in den Austernbassins von Balaruc-les-Bains ebenfalls an der französischen Mittelmeerküste gebracht haben.

Aus dem Golf von Neapel war die sehr merkwürdige Diatomee bisher noch nicht bekannt. Ich fand sie dort an drei verschiedenen Stellen: April 1913 im Hafen von Nisita, August 1913 bei Bacoli (Golf von Pozzuoli) und im Mai 1914 bei Amalfi (Golf von Salerno) vor dem Eingang der St. Antonio-Grotte. Das Substrat war in allen Fällen *Padina Pavonia*, auf der *Navicula ostrearia* einen blaugrünen Überzug bildete. Diejenigen *Padina*-Exemplare, die diese Diatomee trugen, waren an Ort und Stelle sofort von diatomeenfreien Exemplaren zu unterscheiden, da ihre Thallus-Oberseite oft völlig grün gefärbt erschien; sie standen gewöhnlich gruppenweise beieinander in Tiefen von 0,10–0,50 m, bei Bacoli auch etwas über dem Ebbeniveau. Die Diatomeen waren indessen

nicht gleichmäßig über das Substrat verteilt, sondern dem zonenförmigen Thallusbau von *Padina* entsprechend manchmal in größerer Menge zwischen den Haarreihen angehäuft und so ebenfalls mehr oder weniger konzentrische grüne Linien bildend. Das ausschließliche Vorkommen auf *Padina* ist umso bemerkenswerter, als andere Algen, die in der unmittelbaren Nähe von *Padina* standen, und die Unterlage von *Padina* selbst sich von blauen Diatomeen fast frei erwiesen. Es läßt sich daraus vermuten, daß irgend welche Beziehungen zwischen der *Navicula* und *Padina* bestehen, die wohl zunächst in der Darbietung der für *Navicula* günstigsten Anheftungs- und Beleuchtungsverhältnisse durch *Padina* zu erblicken sind, auf deren breitem Thallus diese flächenförmige Ausbreitung der *Navicula*-Bestände gut möglich ist. Ob hierzu noch Beziehungen stofflicher oder sonstiger Natur treten, mag hier vorläufig unerörtert bleiben.

In welcher Weise das Auftreten von *Navicula ostrearia* von der Jahreszeit abhängig ist, läßt sich nach den wenigen Beobachtungen für Neapel nicht sicher beurteilen. Die Hauptentwicklungszeiten scheinen Frühjahr und Herbst zu sein, zu welchen Jahreszeiten sie ja auch von MOLISCH beobachtet wurde. Sicher aber ist ihr Vorkommen bei Neapel außerordentlich unregelmäßig und erfolgt vermutlich oft unerwartet. Ich habe jedenfalls den Standort im Hafen von Nisita nach dem ersten Auffinden unter genauer Kontrolle gehalten, aber bis Sommer 1914 die blaue Diatomee dort nicht wieder auftreten sehen.

Die morphologischen und biologischen Angaben, die besonders MOLISCH macht, kann ich voll bestätigen. Insbesondere ist mir die große Beweglichkeit der Individuen aufgefallen. Die am Standort völlig grün überzogenen *Padina*-Thalli konnten nur selten in diesem Zustand nach dem Laboratorium verbracht werden, weil das Diatomeen-Material schon während des Transportes von *Padina* herunterzukriechen begannen, so daß nach einigen Stunden die betreffenden *Padina*-Exemplare ihre gewöhnliche Farbe wieder erlangt, und die blauen Diatomeen sich im Gefäß überallhin zerstreut hatten. Offenbar ist *Navicula ostrearia* gegen die Veränderung ihrer natürlichen Daseinsbedingungen ganz besonders empfindlich, und ihre rasche Entfernung vom Substrat nach dem Einsammeln ist als energische Reizbewegung anzusehen, wie sie auch für andere Diatomeen bekannt sind (Ausschlüpfen der Zellen von Schlauchdiatomeen aus ihren Gallerthüllen bei Eintritt ungünstiger Verhältnisse). Als Reizursache kommen die durch das Einsammeln und den Transport hervorgerufenen Erschütterungen des Substrats

wohl weniger in Betracht — *Navicula ostrearia* wurde bei Amalfi auch an Stellen mit ziemlich bewegtem Wasser gefunden — als vielmehr gewisse Temperatur- und Gasgehaltsänderungen, denen das Wasser im Transportglas und im Laboratorium fast unvermeidlich ausgesetzt ist. Diese werden eben von *Navicula ostrearia* schwer ertragen, so daß es nicht möglich war, sie auf ihrem ursprünglichen Substrat auch nur kurze Zeit in größerer Menge zu halten, geschweige denn längere Zeit in Kultur zu nehmen.

Mit anderen Aufgaben beschäftigt war es mir seinerzeit nicht möglich, eine geeignete Kulturmethode für diese blaue Diatomee auszuarbeiten, über deren Physiologie nur auf diese Weise Aufschlüsse zu erwarten sein werden. Durch den Kriegsausbruch war es mir dann unmöglich, die Sache weiter zu verfolgen.

2. Zur Biologie der *Homoiocladia Martiana* Ag.

Diese stattliche Schlauchdiatomee, deren buschförmigen Kolonien jene Reizbewegungen ausführen, die ich (6) bereits früher beschrieben habe, ist in der Nähe Neapels verbreiteter, als ich nach meinen ersten Beobachtungen annahm. Abgesehen von den Stellen an der Nordseite von Ischia, wo sie in einer Tiefe von einem bis zwei Metern vereinzelt vorkommt, fand ich sie an folgenden Orten: August 1913 an der Ostseite von Cap Misen in 15–20 m, im April 1914 in der dort gelegenen Grotte ganz flach auf *Peyssonelia squamaria*, Anfang Mai 1914 bei Amalfi vor der oben genannten Grotte massenhaft auf den Kalkfelsen in 0,10 m, Ende Mai am Damm des Castello d'Ischia und unterhalb des Erholungsheims der zoologischen Station bei Porto d'Ischia auf Lavafelsen *im tiefen Schatten in ganz geringer Tiefe* und ebenso im Juni 1914 am Strand bei Misen gegenüber den Pietre nere. Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, das *Homoiocladia* eine ausgesprochene Schattenpflanze ist.

Ich hatte nun Gelegenheit, an dem Standort bei Amalfi, wo das Material besonders üppig war, die einzelnen Kolonien in ausgestrecktem Zustande Büschel von 5–8 cm Länge bildeten, das Verhalten dieser Diatomee gegen verschiedene Reize in der freien Natur direkt zu beobachten. Der betreffende Standort war sehr schattig, da hohe Felsblöcke am Eingang der Grotte stehen, zwischen denen die Sonne nur für kurze Stunden am Tage auf das flache Wasser fällt, in dem *Homoiocladia* wuchs. Die Kolonien im Schatten waren alle schön entfaltet von der oben angegebenen Größe und flnteten im Wasser leicht hin und her. Gelegentliche stärkere Wellen, die über sie hinweggingen und sie mehrfach

nach der einen und anderen Seite warfen, führten jedoch keine Kontraktion der Kolonien herbei; bei allen diesen Erschütterungen und Zerrungen, die durch die Bewegungen des Wassers hervorgerufen waren, blieb *Homoiocladia* unverändert.

Eine Kontraktion dieser Kolonien konnte indessen künstlich sofort herbeigeführt werden durch Erschüttern mit der Hand oder einem Stabe, wobei Reaktion und Gegenreaktion ähnlich verliefen, wie ich dies bei Laboratoriumsversuchen früher (l. c. p. 50, Taf. I. Abb. 4—10) beobachtet hatte.

Diejenigen Kolonien dagegen, die gerade von den Sonnenstrahlen (11 Uhr vorm.) getroffen wurden, waren sämtlich zusammengezogen, und man hätte sie, da sie viel dunkler, kürzer, dicker und starrer waren, für etwas ganz anderes halten können als die Kolonien im Schatten. In ein Gefäß verbracht streckten sie sich nach einiger Zeit zur gleichen Länge wie die im Schatten befindlichen Kolonien aus. Zu eingehenden Beobachtungen über das Vorhalten des am natürlichen Standorte wachsenden Materials bei eintretender Beschattung hatte ich damals nicht die Zeit. An den anderen Standorten konnte ich dies Verhalten von *Homoiocladia* Lichtreizen gegenüber nicht beobachten, da sie gewöhnlich im tiefen Schatten von Felsblöcken standen.

Es wäre von großem Interesse, die Reaktionsfähigkeit auf Lichtreize bei *Homoiocladia* experimentell zu prüfen. Bei meinen früheren Beobachtungen an dieser Diatomee waren mir keine Reaktionen auf Änderungen der Lichtintensität aufgefallen, es ist aber auch möglich, daß sich das Material in dieser Beziehung verschieden verhält, je nach den Beleuchtungsverhältnissen des Standortes. Ganz andere Reaktionsfähigkeit Lichtreizen gegenüber besitzt jedenfalls *Bacillaria paradoxa*, worüber ich im folgenden noch einiges zu bemerken habe.

3. Die tagesperiodischen Bewegungen bei *Bacillaria paradoxa* (Gmel.) Grun.

In einer früheren Mitteilung (l. c. p. 46) beschäftigte ich mich mit der Abhängigkeit der Bewegungen von *Bacillaria paradoxa* von äußeren Reizen. Es ergab sich, daß die Kolonien dieser Diatomee, abgesehen von ihren seismonastischen und autonomen Bewegungen, ganz ausgesprochene Schlafbewegungen ausführen, die freilich nur bei massenhaftem und relativ reinem Auftreten dieser Art auch makroskopisch deutlich zu beobachten sind. In der Tagesstellung bildet dann *Bacillaria paradoxa* lange fadenförmige Reihenkolonien, wobei die einzelnen Zellen soweit als

möglich auseinandergleiten, zur Nachtstellung rücken die Zellen zusammen und bilden die bekannten wie Jalousien aussehenden Bänder (vgl. Abb.).

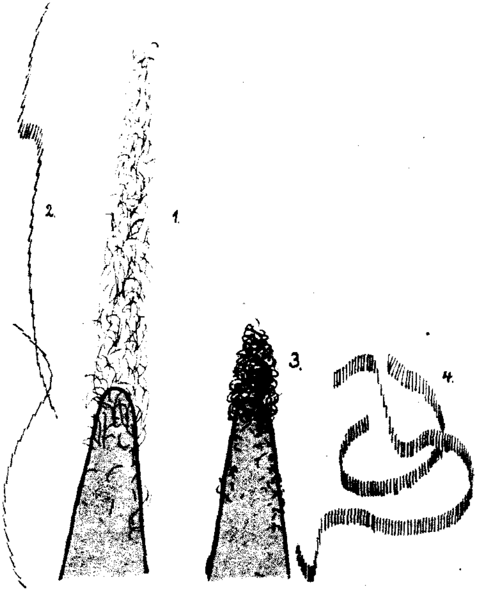


Abb. 1. Kolonienkette von *Bacillaria paradoxa* in Tagesstellung an der Spitze eines *Caulerpa*-Blattes. (6 Uhr nachmittags.) Nat. Größe. Die Kolonien sind in Reihenform, wie in Abb. 2, bei schwacher Vergrößerung schematisch dargestellt. Abb. 3. Dieselbe Kolonienkette etwa 1 Stunde später nach Einnahme der Nachtstellung. Nat. Größe. Die Kolonien sind in Bandform, wie in Abb. 4, schematisch bei schwacher Vergrößerung dargestellt.

Ich hatte später nochmals Gelegenheit, diese Bewegungen von *Bacillaria* in einem Bassin der zoologischen Station in größerem Maßstabe zu beobachten. Das betreffende Bassin war mit *Caulerpa* bepflanzt, auf deren Blättern sich *Bacillaria* massenhaft entwickelt

hatte. Tagsüber sammelten sich nun die *Bacillaria*-Kolonien in großer Menge am oberen Ende der Caulerpen und bildeten hier lockere Ketten von nicht selten 10 cm Länge und 1,5 cm Dicke, die nach oben ins Wasser ragten (Abb. 1). Am späten Nachmittage, als das Licht sich stark zu verringern begann, gingen die Kolonien allmählich in die Bandform über, so daß die langen Ketten bei Einbruch der Dunkelkeit auf etwa 2—3 cm lange dunkelbraune Knäuel (Abb. 3) zusammengeschrumpft waren. Dieser Übergang von der Tag- zur Nachtstellung nahm etwa 1—1½ Stunde in Anspruch.

Auch hier wäre es wünschenswert, diese Bewegungen hinsichtlich ihrer Abhängigkeit von äußeren Einflüssen genauer zu untersuchen, als es mir in Neapel möglich war. Aus dem Süßwasser ist mir *Bacillaria paradoxa* nur in ganz vereinzelt vorkommenden Kolonien bekannt, die für ein Studium dieser Reizbewegungen völlig unbrauchbar sein dürften. Sollte sich aber irgendwo Gelegenheit bieten, *Bacillaria paradoxa* in Massenvegetation, sei es im Süß- oder Salzwasser, zu beobachten, dann möchte ich hiermit die Anregung geben, die sehr interessanten und vielfältigen Reizreaktionen von *Bacillaria* einer genaueren Untersuchung zu unterziehen.

Literatur.

1. MOLISCH, H., Notiz über eine blaue Diatomee. (Ber. d. D. Bot. Ges. 1903, Bd. 21, S. 23—26.)
2. SAUVAGEAU, C., A propos de la présence de la Diatomée bleue dans la Méditerranée. (Bull. stat. biol. d'Arcachon 1906, p. 15—25.)
3. — —, *Sur le verdissement expérimental des huîtres.* (*C. R. Soc. d. Biol.* 1907, 62, S. 919—920.
4. — —, Le verdissement des huîtres par la Diatomée bleue. (Bull. de la Stat. biol. d'Arcachon 1907, S. 1—123.)
Hieran schließen sich Schriften polemischen Inhalts von CARAZZI und DE TONI (1908), SAUVAGEAU (1908 u. 1909), die mir nicht zugänglich waren (vgl. JUSTs bot. Jahrb.).
5. CALVET, L., et PAUL, P., La Diatomée bleue et le verdissement des huîtres dans les bassins de l'ostréiculture méridionale à Balaruc-les-Bains (Hérault) (C. R. Soc. biol. Paris 1909, Bd. 66).
6. FUNK, G., Beobachtungen über Bewegungen von Bacillariaceenkolonien und deren Abhängigkeit von äußeren Reizen. (Mitt. a. d. zool. Stat. Neapel 1914, Bd. 22, S. 45—58, Taf. 1.)
Ältere Literatur ist angegeben bei MOLISCH, SAUVAGEAU (4) und FUNK.

25. Bruno Schussnig: Über den Zellkern der Protophyten.

(Eingegangen am 15. April 1919.)

Während auf dem Gebiete der Protozoenforschung in den letzten Dezennien eine große Anzahl von Untersuchungen vorliegen, die eine genauere Vorstellung über die Konstitution des Zellkernes ermöglichen, sind die Fortschritte der Protophytencytologie noch sehr gering. Alle Untersuchungen, welche an niederen Pflanzen angestellt wurden, bewegen sich immer noch im Rahmen jener Gesichtspunkte, welche für die Cytologie der höheren Pflanzen gewonnen worden sind und es herrscht immer noch das Bestreben, die Befunde, die hie und da an Thallophyten gemacht wurden, in diesem Sinne zu deuten. Zweck dieser Zeilen soll nun sein zu zeigen, daß sich die Verhältnisse bei den Protophyten doch wesentlich von denjenigen bei höheren Pflanzen unterscheiden und es soll daher der Versuch gemacht werden, unter Zuhilfenahme der auf zoologischem Gebiete gemachten Erfahrungen und bei gleichzeitiger Anwendung einiger wenigen, besser bekannten Ergebnissen bei den Protophyten, Richtlinien für künftige Forschungen zu entwerfen[1]).

Im Jahre 1911 erschien eine Arbeit von TRÖNDLE über den Nukleolus von *Spirogyra*, in welcher er auf Grund zahlreicher chemischer Reaktionen die schon lange bestehende Kontroverse, ob der Nukleolus dieser Alge aus Chromatin bestehe oder nicht, zu Gunsten der ersteren Auffassung endgültig bereinigte. Dadurch war der Beweis erbracht, daß das Chromatin im Zellkern von *Spirogyra* ausschließlich im sogen. Nukleolus zentralisiert ist. Dieses Verhalten weicht von allem, was wir bisher über pflanzliche Kerne wissen, so stark ab, daß das Aufsehen, welches diese Arbeit

1) Der Inhalt dieser Zeilen wurde in einem Vortrage im Naturwissenschaftlichen Verein der Universität Wien am 4. März d. J. dargelegt. Ich bemerke jedoch, daß ich schon im Jahre 1916, in der zoologisch-botanischen Gesellschaft meinen Standpunkt in dieser Frage in zwei Vorträgen vertreten habe, den ich auch später in einem Manuskript festlegte, daß aber dieses Manuskript, während meines Dienstes im Felde, im Botanischen Institut abhanden gekommen ist.

hervorrief, bis zu einem gewissen Grade Berechtigung hat. Trotzdem blieb TRÖNDLEs Feststellung ohne Wiederhall und man bemühte sich, nach wie vor, alle Tatsachen, die man in der Struktur und Morphogenese der Protophytenkerne aufdeckte, in das etwas zu dogmatische Schema der STRASBURGERschen Schule einzufügen, allen abweichenden Ergebnissen, wie sie z. B. an den Kernen der Bacillarien schon seit langem bekannt sind, zum Trotz.

Heute kann man mit ruhigem Gewissen behaupten, daß zwischen der Konstitution der Protophyten- und Metaphytenkerne tiefgreifende Unterschiede bestehen und nur der Mangel an ausreichenden Beobachtungen hindern uns zu einer genauen Präzisierung dieser Diverzenzen. In diesem Zusammenhange scheint mir eine Bemerkung von SCHMITZ von großem Interesse zu sein, weil sie in eine Zeit fällt, in welcher die Autorität STRASBURGERs noch nicht so weit gefestigt war und die anderseits zeigt, wie leicht richtig erkannte Tatsachen unter dem Einfluß einer mächtig gewordenen Schule in Vergessenheit geraten. SCHMITZ sagt, daß die Chromatinkörper in den Kernen von zählreichen von ihm untersuchten Algen und Pilze „zuweilen in Gestalt eines einzelnen kugelig abgerundeten Körpers, des sog. Nukleolus, erscheinen, zuweilen in Form von mehreren oder selbst zahlreichen Körpern von gleicher oder verschiedener Größe und teils kugeliger, teils länglicher oder unregelmäßig spindelförmiger Gestalt; zuweilen ist auch ein Teil der Chromatinkörper ausgebildet in Gestalt eines mehr oder minder reich verzweigten und sehr mannigfaltig gestalteten Gerüstwerkes aus feinen Fasern, ein anderer Teil ist in Gestalt eines oder mehrerer Nukleolen zusammengeballt; zuweilen endlich ist die gesamte Menge der Chromatinkörper in ein derartiges Gerüstwerk umgeformt"[1]). SCHMITZ war es auch, der meines Wissens als erster die Idee ventiliert hat, daß der Zellkern eine Phylogenie hinter sich hat, ein Gesichtspunkt, den später wieder GOLENKIN vertreten hat und auf den ich unten noch zu sprechen kommen werde.

Diese Äußerungen von SCHMITZ sind deshalb beachtenswert, weil sie eine große Übereinstimmung aufweisen mit unseren modernen Vorstellungen über das Zustandekommen der Struktur des ruhenden Kernes infolge von cyklischen Vorgängen. Wenn auch SCHMITZ nicht in der Lage gewesen ist, eine richtige Deutung der Kernkonstitution zu geben, denn diese ist nur auf Grund der morphogenetischen Vorgänge während der Karyokinese möglich,

1) SCHMITZ, FR. Die Chromatophoren der Algen. 1882. p. 167 u. ff.

so kommt ihm doch das Verdienst zu, die wichtigen morphologischen Verschiedenheiten im Bau der Protophytenkerne richtig erkannt zu haben.

Wie schon eingangs bemerkt, ist die Zahl der Untersuchungen *an Protophytenkernen sehr gering und auch nicht vorurteilsfrei.* Deshalb will ich, da auch der Botaniker wenig Gelegenheit hat, einen Einblick in die zoologische Literatur zu gewinnen, in kurzen Umrissen die wichtigsten Ergebnisse der Protozoenforschung hier als Grundlage darlegen und hie und da jene Fälle einflechten, welche botanischerseits besser bekannt und in unserem Sinne zu deuten sind. Bei der Besprechung der zoologischen Ergebnisse werde ich mich an den Ausführungen von HARTMANN[1]) und seiner Mitarbeiter halten, weil sie am übersichtlichsten und zur Einführung am besten geeignet sind.

Auf Grund einer morphogenetischen Analyse an zahlreichen tierischen u. z. T. auch pflanzlichen Protisten lassen sich in den Kernen derselben in der Regel zwei distinkte Komponenten unterscheiden, eine generative und eine lokomotorische. Durch die mannigfaltige Anordnung dieser beiden Komponenten kommt der strukturelle Bau des ruhenden Protistenkernes zustande. Im einfachsten Fall erscheint die gesamte Chromatinsubstanz, sowohl generativen als auch lokomotorischen Anteils, im sogen. Karyosom vereinigt; letzteres ist dann von einer hellen chromatinfreien Kernsaftzone umgeben, welche gegen das umgebende Zytoplasma scharf abgegrenzt erscheint. Nun kann durch zyklischen Abbau ein Teil der färbbaren Substanz aus dem Karyosom austreten, welche sich in Form von kleinen Körnchen oder eines Netzgerüstes um das Karyosom herumlagert, wodurch ein sogen. Außenkern entsteht. Der Abbau kann schließlich so weit fortschreiten, bis die gesamte färbbare Substanz in den Außenkern austritt und vom ursprünglichen Karyosom nur mehr das in der Regel in ihm enthaltene Centriol übrig bleibt. Auf diese Weise kommen auch die sogen. massigen Kerne zustande, die man besonders schön bei gewissen Dinoflagellaten nachgewiesen hat. Diese cyklischen Veränderungen können auch reversibel sein, man kann die einzelnen Phasen während der Ontogenie der betreffenden Organismen verfolgen, sie können aber als Phasen in der Phylogenie fixiert worden sein,

1) HARTMANN, M. Polyenengide Kerne etc. Biolog. Centralbl. 29. 1909. —, Die Konstitution der Protistenkerne und ihre Bedeutung für die Zellenlehre. Jena 1911. —, Protozoen und Flagellaten im Handwörterbuch der Naturwissenschaften. —, Biologie der Protisten in Kultur der Gegenwart. —, und SCHILLING. Lehrbuch der pathogenen Protozoen. Berlin 1917.

wodurch das bis zu einem gewissen Grade konstante Aussehen der Kerne innerhalb bestimmter Gruppen zu erklären ist.

Solcherart gebaute Kerne werden als Karyosomkerne bezeichnet. Sie bestehen, wie gesagt, aus dem Außenkern und dem Karyosom, welch letzteres in sich in vielen Fällen noch das Centriol birgt. Fehlt das Centriol, so wird der Binnenkörper Amphinukleolus bezeichnet, wenn er aus chromatischer Substanz aufgebaut ist, zum Unterschiede der Nukleolen im gewöhnlichen Sinne, die bloß aus Plastin bestehen. Das Centriol liefert das Teilungszentrum; mithin werden auch solche Kerne, die ein solches besitzen, als Centronuclei bezeichnet.

Nach diesen kurzen nomenklatorischen Bemerkungen, wollen wir jenen Vorgängen unsere Aufmerksamkeit zuwenden, bei denen die feinere Konstitution des Kernes deutlich zu Tage tritt. Auf Grund dieser Erscheinungen teilt HARTMANN die Kerne der Protozoen (und dasselbe gilt, soweit bisher bekannt, auch für die Protophyten) in monoenergide und polyenergide Kerne, von denen er bei den ersteren wiederum holoenergide (vollwertige) und meroenergide (teilwertige) Typen unterscheidet.

Die monoenergid holoenergiden Kerne enthalten die beiden, weiter oben erwähnten Komponenten voll, wenn auch in wechselnder Anordnung und Ausbildung. So kann die generative und lokomotorische Komponente ausschließlich im Karyosom lokalisiert sein, in welchem Falle der Außenkern entweder garnicht oder bloß sehr schwach ausdifferenziert ist. Dieser bei Protomonadinen, Binucleaten, verschiedenen Amoeben u. a. verbreitete Typus findet auch unter den Protophyten Vertreter, so aller Wahrscheinlichkeit nach unter den kleinen Kernen der Siphoneen[1]). Die Teilung wird durch das Centriol eingeleitet, welches sich hantelförmig durchschnürt, wobei zwischen den beiden Teilkörnchen ein Gelfaden, eine sogen. Centrodesmose ausgespannt wird. Das Karyosom liefert in diesem Falle die achromatische Kernspindel, während sich die übrige generative, färbbare Substanz zur Aequatorialplatte (eventuell auch noch zu den beiden Polplatten) differenziert.

1) Dem Typus eines Karyosomkernes ohne ausgebildetem Außenkern dürften wohl auch einige Vertreter der Gattung *Spirogyra* angehören. Doch ist die Morphogenese des Zellkernes bei dieser Gattung, trotz der zahlreichen vorliegenden Untersuchungen, so wiedersprechend, daß man kein endgültiges Urteil darüber fällen kann Mir macht es den Eindruck, als wenn die Kerne der Spirogyren verschiedenen Typen angehörten, ähnlich wie dies auch bei den Dinoflagellaten der Fall ist.

Im wesentlichen dasselbe spielt sich bei jenen Karyosomkernen ab, mit dauernd ausgebildetem Außenkern. Es sind graduelle Verschiebungen in der Anordnung der beiden Komponenten, welche zu einer Scheidung des generativen Materials im Außenkern führen, welches bei der Teilung eventuell in Form von Körchen oder von Chromosomen-ähnlichen Gebilden in bestimmter Zahl auftreten kann, von dem lokomotorischen Material, welches im Karyosom zentralisiert ist und während der karyokinetischen Vorgänge die Spindel mit den Centriolen liefert. Außer bei Cryptomonaden u. a. treffen wir diesen Typus bereits bei einer Anzahl von Protophyten an, so bei *Gymnodinium fucorum* unter den Dinoflagellaten, dann unter den Euglenoidinen bei *Peranema trichophorum* und *Euglena* (Typus *viridis*, nach J. KARL[1]), ferner bei *Chaetophora* (nach eigenen, unveröffentlichten Untersuchungen) und auch bei einer *Cladophora*, nach NĚMEC.

Diese Trennung zwischen generativem Material im Außenkern und lokomotorischem im Karyosom braucht nicht immer eine scharfe zu sein. Vielmehr sind Fälle unter den Phytomonadinen und Cryptomonadinen u. a. bekannt, wo das Karyosom neben dem lokomotorischen auch noch etwas generatives Material enthält. Letzteres verschmilzt im Momente der Kernteilung mit dem generativen Material des Außenkernes, um zusammen mit ihm die Aequatorialplatte zu liefern.

Aus dem Gesagten geht bereits die große Mannigfaltigkeit besonders im Aussehen und in der Metamorphose des Außenkerns hervor. Aber auch die lokomotorische Komponente unterliegt mancher Abweichung, welche hauptsächlich auf den wechselnden Gehalt trophischer chromatischer Substanz zurückzuführen ist. Auch sonst können in der Anordnung der die lokomotorische Komponente konstituierenden Bestandteile wesentliche Verschiebungen vorkommen. So kann es vorkommen, daß die lokomotorische Komponente außerhalb des, auch jetzt noch vorhandenen, Binnenkörpers liegt, und zwar entweder im Außenkern oder an der Kernmembran anliegend. In einem solchen Fall kann das Material der generativen Komponente während der Karyokinese entweder vom Binnenkörper oder aber vom Außenkern geliefert werden. So verhält es sich bei einer Anzahl von Protistengruppen, so bei den Rhizomastiginen, Protomonadinen, Binucleaten, Chrysomonadinen, und ich glaube auch die Gattungen *Chlorogonium*

1) KARL, J., Über die Kernteilung der Englenen vom Typus viridis. (Botanikai Közlemények. Bd. XIV. 1915.)

(nach HARTMANN[1]) und *Sphaeroplea* (nach GOLENKIN[2]) in diese Kategorie einreihen zu können, obzwar bei ersterem das Centriol erst mit dem auftreten der Halbspindel sichtbar wird und GOLENKIN keine Erwähnung vom Teilungszentrum macht. Ich selber fand in den Gametocytenkernen von *Ectocarpus* die lokomotorische Komponente in Form zweier Centriolen im Außenkern gelagert.

Schließlich verläßt die lokomotorische Komponente den Kern ganz, sie wandert in das umgebende Zytoplasma, wo sie dauernd extranukleär zu finden ist. Hier liefert der Kern bloß das Material der generativen Komponente, welche insofern eine höhere Stufe erreicht zu haben scheint, indem sie in Form von Chromosomen in bestimmter Zahl auftritt. Dieser Typus ist von höher organisierten, parasitischen Formen her bekannt, dürfte jedoch auch bei den höheren Prothophyten nicht selten sein. In gewissem Sinne könnte man hier *Derbesia Lamourouxii* erwähnen. Hier treten nach den Untersuchungen von DAVIS[3]) in den Kernen der Schwärmsporenmutterzellen zahlreiche Körnchen auf, die aller Wahrscheinlichkeit nach in dem Karyosom ihren Ursprung nehmen. Sie liegen extranukleär und liefern die Geißeln der Schwärmsporen. Die reiche Anzahl dieser Centriolen steht mit der polyciliaten Natur dieser Schwärmzellen im Zusammenhang und dürfte mithin nur einen Spezialfall des erwähnten Typus darstellen. Leider sind die Untersuchungen DAVIS noch unzureichend, um die wahre Natur dieser Kerne zu erkennen[4]).

In diesem Zusammenhange wäre noch der sogen. Pseudokaryosomkern zu erwähnen. Bei diesen sehen wir, was schon im vorangehenden als konstante Phasen angedeutet wurde, wie der Binnenkörper, aus welchem sich zuvor durch heteropole Teilung die lokomotorische Komponente losgelöst hat, als unbrauchbares Gebilde bei der Teilung ausgestoßen wird. Dieses Auswandern des Teilungszentrums wurde sehr schön von HARTMANN und CHAGAS bei *Haemogregarina lützi* verfolgt und läßt sich bei der großen Mehrzahl der bisher näher studierten Pilz- (Asomyceten-) kernen beobachten.

---

1) Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Formwechsels etc. der Phytomonadinen. I. Über die Kern- und Zellteilung von *Chlorogonium elongatum* DANGEARD. (Archiv f. Protistenk. 39. 1918.)

2) Über die Befruchtung bei *Sphaeroplea annulina* etc. (Bull. de Moscou. 1899.)

3) Annals of Batony. 22. 1908.

4) Es wäre noch eine andere Deutung möglich, auf die ich weiter unten zu sprechen komme.

Schließlich wären nur noch die schon eingangs erwähnten massigen Kerne hervorzuheben, die dadurch entstehen, daß infolge cyklischen Abbaues des Karyosom die ganze färhbare Substanz in den Außenkern tritt. Letzterer erhält ein massiges Aussehen und vom Karyosom bleibt nur das, allerdings infolge der dichten netzigen oder körnigen Struktur des Außenkernes, nicht immer leicht auffindbare Centriol. Ein sehr hübsches Beispiel dieser Art unter den Protophyten hat uns JOLLOS bei der Gattung *Ceratium* vorgeführt.

Das Bild, welches die Teilung der Karyosomkerne bietet, ist ein relativ einfaches, wenngleich die Vorgänge, die sich dabei abspielen, doch schon einigermaßen kompliziert sind. Solange die Einzelheiten derartiger Kernteilungen nicht genauer bekannt waren, nahm man in vielen Fällen an, daß sich die Kerne der einfachen Protisten amitotisch teilten. Die Annahme, die, wie sich's gezeigt hat, auf einer Täuschung beruhte, war um so naheliegender, als man experimentell die Kernteilung (z. B. bei Amoeba lacertae) dermaßen beeinflussen kann, daß tatsächlich eine scheinbare Amitose erzielt wird. Anderseits unterscheidet sich der Vorgang der Teilung an einem Protistenkerne doch so sehr von den analogen Vorgängen bei Metazoen und Metaphyten, daß eine besondere Bezeichnung nötig erschien. Die Teilung an Karyosomkernen wird hiermit als Promitose bezeichnet. Charakteristisch für dieselbe ist das stetige Zusammenwirken zweier morphologisch und funktionell verschiedenen Komponenten und daß sich alle die Prozesse der Mitose innerhalb der Kernmembran des sich teilenden Mutterkernes abspielen. Eine Ausnahme davon machen jene Kerne, deren Teilungszentren aus dem Kern in das Cytoplasma ausgewandert sind.

Wir kommen nun zur Besprechung der meroenergiden (teilwertigen) Kerne. Obzwar sie bisher nur bei tierischen Protisten gefunden worden sind, so dürfen sie hier nicht übersprungen werden, da sie von großem theoretischen Interesse sind. In den Zellen der Trypanosomen findet man neben dem eigentlichen Hauptkern oder Trophonukleus (der, wie wir früher hörten, ein holoenergider Karyosomkern ist) ein zweites Gebilde von kernähnlichem Aussehen. Es ist dies der sog. Blepharoplast oder Kinetonukleus. Die morphogenetische Entwickelung lehrt, daß dieser Kinetonuklens durch heteropole Teilung des Hauptkernes entsteht und daß er mit der Bildung der Geißeln in engem Zusammenhang steht. Der Kinetonuklus kann seinerseits durch eine nochmalige heteropole Teilung das Basalkorn liefern. Diese Ge-

bilde, die ihre Entstehung dem (totipotenten) Hauptkern verdanken, *unterscheiden sich nicht nur physiologisch (funktionell)* von ihrem Erzeuger, sondern auch morphologisch, indem die generative Komponente schwach entwickelt erscheint, was wohl mit der spezifischen Funktion in Zusammenhang steht. Der Kinetonukleus ist mithin ein aus der heteropolen Karyosomteilung des Hauptkernes hervorgegangener Kern mit reduzierter generativen Komponente, während das Basalkorn schon nicht mehr den Formwert eines vollwertigen Kernes besitzt. Auf einen ähnlichen Reduktionsvorgang sind auch die Centrosomen der Heliozoen (Acanthocystiden) zurückzuführen, wo die Reduktion bis auf das übrig bleibende Centriol vorgeschritten ist, welches bei der Mitose *als Teilungszentrum funktioniert. Auch die Basalkörper an der* Insertionsstelle der Geißeln bei den Flagellaten kann man als solche Kernabkömmlinge auffassen und dasselbe gilt auch von den Schwärmzellen der höheren Protophyten, soweit genauere Untersuchungen zurzeit vorliegen. Ich werde auf dieses Problem noch später zurückkommen.

Die zweite Gruppe von Kernen, die HARTMANN unterscheidet, ist die der sog. polyenergiden Kerne. Diese mehrwertigen Polycarien, „die die prospektive Potenz zu einer größeren Anzahl von vollwertigen Kernen (Individuen) enthalten und sich durch multiple Zerfallsteilung fortpflanzen“ [1]), sind hauptsächlich bei Radiolarien, Foraminiferen, Trichonymphiden, ferner bei Coccidien und beim Heliozoon *Wagnerella*, welches als Beispiel hier besprochen werden soll, näher untersucht worden. Bei dieser Form teilt sich der mit einem centriolhaltigen Karyosom ausgestattete Kern in der Weise, daß das Karyosom sich wiederholt innerhalb der Kernmembran vermehrt und mit zunehmendem Wachstum des Kernes die Anzahl von Karyosomen in demselben stark zunimmt. Schließlich zerfällt der ursprüngliche Kern und es treten so viele Karyosomkerne aus ihm heraus, als individualisierte Karyosome im Polycaryon entstanden waren. Das Polycaryon stellt also, vorübergehend oder dauernd, eine komplette Einheit dar. Von hohem Interesse ist das Verhalten der Polycaryen bei *Trichomympha agilis* Leidy. Hier beherbergt der Kern eine große Anzahl von Karyosomen, die bei der Teilung des Polycaryons, die den ganzen polyenergiden Kern betrifft, als chromosomenähnliche Schleifen erscheinen. Wir haben also hier eine weitere Stufe der

---

1) HARTMANN und SCHILLING, Lehrbuch der pathogenen Protozoen, 1917, pag. 17.

individuellen Integration vor uns, und dieses Verhalten führte HARTMANN[1]) zu der theoretischen Annahme, daß die Kerne der Metazoen im Grunde genommen polyenergider Natur wären. Die Chromosomen würden die Energideneinheiten darstellen, welche während der Teilung, im Zusammenhange mit ihrer spezifischen Funktion als Träger des Idioplasmas, sich als distinkte Individualelemente herausdifferenzieren würden. Diese Auffassung, die, wie HARTMANN ausdrücklich betont, bis auf weiteres lediglich den Wert einer Arbeitshypothese besitzt, hat sicherlich sehr viel für sich und ich komme später noch darauf zurück.

Wir wollen vorher nachsehen, ob unter den Protophyten Polycaryen auch vorkommen, und ich bin in der Lage dies zu bejahen. So zeigen die Teilungsbilder bei *Ceratium*, welche von BORGERT genauer untersucht wurden, mit den vom selben Autor beobachteten Kernteilungen bei *Aulacantha* (einer Radiolarie) eine so weitgehende Ähnlichkeit, daß ich geneigt bin, diese Kerne für polyenergid zu halten. Mit einiger Sicherheit kann ich einen Fall von polyenergiden Kernen bei *Eremosphaera* angeben, bei der ich in den Kernen einen Zerfall des Karyosoms in vier Tochterkaryosome feststellen konnte, die sich genau so im Kern lagern, wie die später zur Entwickelung kommenden vier Autosporen. Feinere Details konnte ich an dem mir von Prof. WETTSTEIN zur Verfügung gestellten Präparate nicht nachweisen. Viel deutlicher kommt die polyenergide Natur der Ascuskerne bei einer Art von *Tuber*, die ich seit längerer Zeit beobachte und worüber ich in einer separaten Mitteilung berichten werde. Deutliche Polycaryen wurden von GRIGGS[2]) in den Cysten von *Synchytrium decipiens* gefunden, mit succedaner und simultaner Teilung des Karyosoms. Mit einigem Vorbehalt möchte ich schließlich auch die Kerne von *Spirogyra subaequa*, welche von MITZKEWITSCH[3]) untersucht wurden, als Polycaryen bezeichnen, obwohl aus den Angaben und Abbildungen dieses Autors die wahre Natur dieser Gebilde nicht mit Sicherheit zu erkennen ist.

Jedenfalls geht aus diesen wenigen, mehr oder weniger sicheren Angaben hervor, daß auch unter den Protophyten Polycaryen weiter verbreitet sein dürften, als man es bisher ahnt. Hier sind die entwickelungsmechanischen Möglichkeiten auch reichlich gegeben, die uns a priori das Zustandekommen von

---

1) Konstitution der Protistenkerne. 1911.
2) Botanical Gazette. 1909, 1.
3) Flora. 1898.

polyenergiden Kernen recht plausibel machen. Ich erwähne in diesem Zusammenhange das Vorkommen von Formen unter den Trichonymphiden, die schon oben als Beispiel für Polycarien-führende Organismen genannt wurden, bei denen, wie z. B. bei der Gattung *Callonympha*, anstatt polyenergider Kerne zahlreiche Monocaryen vorkommen. Dies erinnert an die eigentümlichen Schwärmsporen von *Vaucheria* einerseits und anderseits ist es theoretisch zu erwarten, daß die Kernkonstitution bei den polyciliaten Schwärmern von *Oedogonium* z. B. ebenfalls eine in ähnlichem Sinne komplexe ist. Meine nur gelegentlich angestellten Beobachtungen an den Kernen dieser Gattung lassen mich stark vermuten, daß sich diese Annahme bewahrheiten wird. Gerade die Gattung *Oedogonium*, welche, wie allgemein angenommen, unter den Phycomyceten (Monoblepharidineen) einfach begeißelte Verwandte hat, dürfte sich für eine phylogenetische Studie der Polycarien besonders eignen. Auch die Kerne der Schwärmsporen von *Derbesia* könnte man in gewissem Sinne als polyenergid auffassen, nur mit dem Unterschiede, daß die Kernenergiden in diesem Falle auf die Basalkörper der Geißeln reduziert wären.

Soweit also in engsten Umrissen die wichtigsten Tatsachen, welche sowohl für die künftige Protophytenforschung als auch für die pflanzliche Zytologie weite Ausblicke eröffnet. Faßt man die derzeitigen Ergebnisse der zytologischen Forschung bei den Protophyten näher ins Auge, so lassen sich einige allgemeinere Sätze postulieren, die mir als Richtlinien für künftige Untersuchungen nicht unwichtig erscheinen. *Vor allem lassen sich in der Ontogenese der höheren Protophyten, deren Zellen dem „phycoïden" Typus (so möchte ich den Zelltypus der Algen und Pilze zum Unterschiede von den „monadoïden" Zellen der Flagellaten bezeichnen) entsprechen, zwei Phasen der Organisation unterscheiden.* Die Zweiphasigkeit kommt im Momente der Fortpflanzung zum Ausdruck, indem die Fortpflanzungszellen nicht nur in ihrer äußeren Morphologie, sondern, und das ist wichtig, auch im Bau des Kernes jene Merkmale aufweisen, die wir von den Flagellaten her kennen. Am deutlichsten geht dies aus jenen Strukturen hervor, die mit der Begeißelung im Zusammenhang stehen und die, wie wir hörten, bei den Flagellaten in ganz bestimmter Weise differenziert sind. Es findet mithin in der die Fortpflanzungszellen bildenden Mutterzelle ein Rückschlag statt, es treten Merkmale auf, die wir in den vegetativen Zellen des Somas vergeblich suchen, Merkmale, die ich mit dem Ausdruck ancestral belegen
9* möchte.

Daraus folgt weiter, daß die Zelle der höheren Protophyten (Euphyceen und Eumyceten) virtuell eine andere, kompliziertere Organisation besitzt und daß sie mit den Zellen der monadoïden Organismen nicht zu homologisieren ist. Ich habe bereits im Jahre 1916 in einem Vortrage in der Zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien auf diesen Umstand hingewiesen und die Vermutung ausgesprochen, daß die „phycoïde" Zelle einer Fortpflanzungscyste der Flagellaten (ganz allgemein ausgedrückt) zu homologisieren wäre, was ökologisch auch plausibel ist. Dadurch ließe sich die morphologisch-konstitutionelle Diskrepanz zwischen somatischen und Fortpflanzungszellen im Thallus der Protophyten erklären.

Der Abstand in der cytologischen Konstitution (welche natürlich in erster Linie in der feineren Morphologie des Zellkernes nachweisbar ist) nimmt mit steigender Organisation zu. So wird es auch zu erklären sein, daß man in den Somazellen hie und da noch Centrosomen wiederfindet, die, nach dem weiter oben Gesagten, phylogenetisch vom Karyosom resp. Centriol abzuleiten sind. Bei den höchstentwickelten Protophyten und auch bei Kormophyten ist das Centrosom in den vegetativen Zellen nicht mehr nachweisbar, wohl aber, und das gilt auch für die Kormophyten mit Spermatozoïdbefruchtung, in den Sexual- resp. generativen Zellen, in denen wir Centrosomen oder ihre Homologa fast überall nachweisen können, als ein Relikt der ancestralen Flagellatenorganisation.

Aber auch für die Konstitution der Zelle lassen sich prinzipielle Richtlinien aufstellen. Ich bin auf Grund von entwickelungsgeschichtlichen Studien zu der Überzeugung gelangt, daß die Zellen der Protophyten durchaus nicht gleichwertige Gebilde darstellen. Phylogenetisch betrachtet repräsentiert jenes Gebilde, welches man als Zelle bezeichnet, ein Element variabler Natur, welches auf verschiedenem Wege, infolge funktioneller Konvergenz wahrscheinlich öfters während der Phylogenie entstanden ist. Die oben getroffene Unterscheidung zwischen Zellen des monadoïden und des phycoïden Typus enthält nur e i n e Entwickelungsphase der vielen möglichen, die besonders unter dem zweiten Typus realisiert erscheinen. Wie im Aufbau der verschiedenen thalloïden Gebilde ein Prinzip der Integration von morphologischen Elementareinheiten zu höheren Individualitäten nachweisbar ist (worauf ich in dem erwähnten Vortrag schon aufmerksam machte), so ist ein ähnlicher Vorgang auch für das Zustandekommen der Zellorganisation denkbar, deren Exponent eben in vielen Fällen die polyenergiden Kerne sind.

Darüber mehr zu sagen, wäre verfrüht. Ich wollte in den vorangehenden Zeilen bloß in allgemeinen Zügen auf einige wichtige Probleme der Protophytenforschung und der Zytologie dieser Organismen aufmerksam machen, im Anschluß an meinen oben erwähnten Vortrag. Ich behalte es mir vor, binnen kurzem auf diese Fragen in ausgedehntem Maße zurückzukommen, wobei es mir möglich sein wird, die Ergebnisse der Literatur einer kritischen Behandlung zu unterziehen, sowie die Darlegungen durch eigene Untersuchungen zu stützen und zu ergänzen.

Wien.

Sitzung vom 30. Mai 1919.

Vorsitzender: Herr P. LINDNER.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem am 2. Mai erfolgten Ableben unseres ordentlichen Mitgliedes, Herrn Prof. Dr.

Carl Mikosch

in **Brünn.**

Ferner teilt der Vorsitzende mit, daß am 27. Mai unser Ehrenpräsident, Herr Geh. Rat Prof. Dr.

Simon Schwendener

im 91. Lebensjahre in **Berlin** verschieden ist. In einem kurzen Nachruf gedenkt der Vorsitzende der Bedeutung SCHWENDENERs für die Wissenschaft und unsere Gesellschaft.

Zu Ehren der Verstorbenen erheben sich die Anwesenden von ihren Sitzen.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Wettstein, Fritz in **Wien III/3,** Rennweg 14 (durch R. V. WETTSTEIN und H. MOLISCH),

Rabanus, Dr. **Adolf,** Assistent d. Badischen Landwirtsch. Versuchsanstalt in **Augustenberg** (durch K. MÜLLER und C. VON WAHL),

Neef, Dr. **Fritz,** Assistent am Bot. Institut in **Frankfurt a. M.** (durch M. MÖBIUS und L. JOST).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Peters, Dr. **Theodor** in **Braunschweig,**

Wlissidis, Dr. **Thr.** in **Wien,**

Schmied, Dr. **Hubert** in **Hadersdorf-Weidlingau** b. Wien,

Otto, Dr. **Hermann** in **Berlin-Dahlem,**

Spinner, Dr. **Henri** in **Neuchâtel.**

Nach Erledigung der Tagesordnung hielt Herr Prof. HABERLANDT einen Vortrag über „Zellteilungen nach Plasmolyse".

In jungen, aber schon ausgewachsenen Haarzellen des Stengels von *Coleus Rehneltianus* und einiger anderer Pflanzen, in den einzelligen Blattzähnen von *Elodea densa* sowie in den Epidermiszellen der Zwiebelschuppen von *Allium cepa* treten nach Plasmolyse in Zuckerlösungen teils unvollständige, teils eigentümlich modifizierte Zellteilungen auf, die in mancher Hinsicht den primitiveren Zellteilungsweisen bei Algen und Pilzen gleichen. Die Auslösung dieser Teilungsvorgänge wird hypothetisch darauf zurückgeführt, daß der in den Zellen enthaltene „Zellteilungsstoff", dessen Existenz vom Vortragenden schon früher nachgewiesen wurde, infolge der Plasmolyse eine solche Konzentration erfährt, daß der Schwellenwert des Reizes überschritten wird.

Mitteilungen.

26. F. Czapek: Zum Nachweise von Lipoiden in Pflanzenzellen.

(Eingegangen am 6. Mai 1919.)

Der Begriff „Lipoide“ wird im Nachfolgenden rein physikalisch-chemisch genommen. Ich verstehe darunter Substanzen, die bei gewöhnlicher Temperatur flüssig sind, sich in organischen Solventien mehr oder weniger leicht lösen, in Wasser jedoch unlöslich sind. Für den Aufbau des Protoplasmas und protoplasmatischer Organe ist der relative Gehalt an Lipoiden von großer Bedeutung. Den Lipoiden stellen wir die in Wasser löslichen flüssigen Zellinhaltsstoffe als Hydroide gegenüber.

So leicht es ist, größere Mengen von Lipoiden mikroskopisch-morphologisch und mikrochemisch nachzuweisen, so schwierig ist es in vielen Fällen, geringe Lipoidmengen in der Zelle nachzuweisen. Die zu Gebote stehenden Methoden lassen da meist im Stiche, und so ist es zu verstehen, daß ein Gehalt an Lipoiden im Cytoplasma wachsender Pflanzenzellen in der Regel nicht nachzuweisen ist und von manchen Forschern selbst direkt in Abrede gestellt worden ist.

Auch die in neuester Zeit angegebenen Methoden führten mich hierin nicht weiter als die bekannten älteren Methoden zum Fettnachweise in Pflanzenzellen.

Eine beachtenswerte Methode, die sich auf die Ansicht gründet, daß Fette imstande sind, irgendwie Formaldehyd zu binden, und die darauf hinzielt, den gebundenen Formaldehyd mit Hilfe der von SCHRYVER[1]) angegebenen Farbenreaktion nachzuweisen, hat vor zwei Jahren CHRISTELLER[2]) ausgearbeitet. Das Untersuchungsmaterial wird nach gründlicher Fixierung mit Formaldehyd 24 Stunden mit 1 %iger Lösung von salzsaurem

1) S. B. SCHRYVER, Proceed. Roy. Soc. London, Ser. B, Vol. 82, p. 226, 1910.

2) E. CHRISTELLER, Zentralbl. f. allg. Pathol. u. pathol. Anatom., Bd. 27, Nr. 17, p. 385, 1916.

Phenylhydrazin im Brutschrank behandelt. Es folgt nun gelinde Oxydation durch kurze Behandlung mit 5 %igem Ferricyankalinm und schließlich Einlegen in konzentrierte Salzsäure. Die Fetttropfen färben sich zunächst lebhaft rot, sodann dunkelrotbraun. Diese Methode, deren nähere Details in einer kurzen Mitteilung nicht wiedergegeben werden können, wurde von CHRISTELLER nur an pathologisch-anatomischem Material angewendet und hier für Fettsäureglyceride, Lecithide und Cholesteride als charakteristisch befunden. Daß es sich um eine Methylenisierung von Fettsäuren hierbei handelt, erscheint nicht unwahrscheinlich. Die neuere chemische Literatur: die Angaben von DESCUDÉ[1]) über Methylenisierung einer Reihe von Fettsäuren bei der Behandlung der Säurechloride mit Trioxymethylen, ferner die Versuche von TSCHILIKIN[2]) über Methylen-Ricinolsäure legen eine solche Auffassung nahe. Andererseits weiß man durch TOLLENS[3]) seit längerer Zeit, daß sich Glycerin methylenisieren läßt. Wenn die Vermutung zu Recht besteht, daß die mit Formol methylenisierten Fette Phenylhydrazin binden, so müßten in den Kondensationsprodukten freie Aldehydgruppen anzunehmen sein. Dies ist natürlich nur bei der Bindung von mehreren Formaldehydgruppen durch ein Mol. Fettsäure möglich; daraus würde sich der Vorteil der Anwendung von Trioxymethylen erklären. Allerdings konnte ich in meinen Versuchen durch Trioxymethylen keine besseren Ergebnisse bei der CHRISTELLERschen Methode mikrochemisch erzielen. Formolfixierung wird zwecks mikrochemischen Fettnachweises übrigens auch bei einer Reihe älterer Methoden verwendet. Als Oxydationsmittel diente bei der Methode von FISCHLER Kupfersalz (so wie bei der einstigen klassischen Markscheidenfärbung von WEIGERT, die eine der trefflichsten Methoden zur Darstellung von Fetten gewesen war); bei den Methoden von CIACCIO und LORRAIN SMITH Kaliumdichromat.

Die Wiederholung der CHRISTELLERschen Methode an pflanzlichem Material zeigte mir, daß sie auch hier sehr gut verwendbar ist. Jedoch ist ihr Wirkungskreis nicht auf Fette beschränkt, sondern ebenso weit wie der Wirkungskreis der Osmiumsäure. Fetttropfen in Ölendospermen färben sich tief rotbraun, ebenso geben Chloroplasten braune Lipoidreaktion. Verkorkte Zellwände

---

1) M. DESCUDÉ, Chem. Zentralbl. 1902, I, p. 1819 und II, p. 934.

2) M. TSCHILIKIN, Chem. Zentralbl. 1912, II, p. 1528.

3) SCHULZ und TOLLENS, Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch., Bd. 27, p. 1894; Liebigs Annal., Bd. 289, p. 29; WEBER und TOLLENS ebd., Bd. 30, p. 2510.

färben sich braun, desgleichen die cutinisierten Membranen in Cuticula und Schutzscheiden. Die von BORESCH[1]) von *Fontinalis* beschriebenen Fadenkörper geben gleichfalls eine braune Reaktion. Das Cytoplasma verschiedener Zellen (*Spirogyra*, *Elodea*) färbt sich schwach bräunlich, Zellkerne und Zellulosemembranen bleiben farblos. Reaktion fand ich aber auch bei Tropfen von Harzen und ätherischen Ölen, sodann werden Gerbstoffmassen im Zellinhalt und gerbsäurehaltende Zellmembranen braun. Selbst verholzte Membranen gaben häufig eine deutliche Färbung. Eine spezifische Fettreaktion haben wir also keinesfalls vor uns. Ein zweiter, noch schwerer wiegender Nachteil ist der, daß die Methode bei sehr geringen Lipoidmengen ebenso versagt wie jede andere.

Meine weiteren Untersuchungen sahen nun zunächst von einer mikrochemischen Differenzierung der einzelnen Lipoidstoffe völlig ab, hatten aber andererseits zum Ziele, möglichst geringe Mengen von Lipoiden, physikalisch-chemisch gesprochen, in Zellen nachzuweisen und zu lokalisieren. Dies muß durch möglichst weitgehende Sonderung der Lipoide und Hydroide der Zelle, durch tropfige Entmischung gelingen.

In lipoidarmem Plasma wäre zu erreichen, daß die unterhalb und an der mikroskopischen Sichtbarkeitsgrenze liegenden, überdies oft noch dazu spärlichen Lipoidtröpfchen zu größeren zusammenfließen, so daß man durch Färbung einen zweifelfreien Lipoidnachweis führen kann. Es ist aber auch möglich, daß in der Zelle Stoffe vorhanden sind, die sowohl in Hydroiden als in Lipoiden löslich sind, und aus diesem Grunde Schutzhüllen um feinste Lipoidabscheidungen geschaffen werden. Solche Stoffe müßten beseitigt werden.

Ein lipoidreiches Plasma wird bei geringem Hydroidgehalt eine amikronische Lipoidverteilung aufweisen, so daß es mikroskopisch völlig homogen erscheint. Hier wird man einen größeren Hydroidgehalt herbeizuführen haben, damit sich mikroskopisch sichtbare Tröpfchen sondern.

Schon PFEFFER in seiner grundlegenden Arbeit über die Proteinkörper zeigt, daß man durch die Tinktion mit Fettfarbstoffen allein die Lipoide im Plasma nicht sicher nachweisen kann, denn z. B. die rötliche Färbung mit Alkannin kann sowohl auf einem geringen Fettgehalt, wie auf einer Speicherung durch Eiweiß beruhen. Ähnliche mißliche Erfahrungen kann man auch

1) K. BORESCH, Ztschr. f. Botan., 6. Jahrg., Heft 2, 1914.

bei notorisch fetthaltigem Material bei der Anwendung von Osmiumsäure machen. Diese Probe verläuft nicht selten negativ, wenn man nicht vorher die Lipoide tropfig zur Abscheidung bringt.

Die tropfige Entmischung in Zellen hat in der neueren Literatur mehrfach Beachtung gefunden. Für Chloroplasten sind im hiesigen Institute Beobachtungen von LIEBALDT[1]) angestellt worden. Später hat BIEDERMANN[2]) an *Elodea*-Zellen interessante Erfahrungen hinsichtlich der tropfigen Entmischung gesammelt.

Als Mittel zur tropfigen Entmischung bieten sich in erster Linie die Homologen des Aethylalkohols dar, welche hydroid- und lipoidlösliche Substanzen in verschiedener Abstufung aufweisen. Sie dienen dem doppelten Zwecke, einmal durch Mischung mit den Zell-Lipoiden deren Tröpfchen zu vergrößern, andererseits genügend hydroidlösliche Substanz zu bieten, die als Vehikel des Lipoidlösungsmittels in die Zelle eingeführt werden kann. Die Zusammensetzung des Reagens muß aber auch derart sein, daß lipoidlösliche Stoffe der Zelle nicht merklich herausdiffundieren, und daran der Nachweis geringster Lipoidmengen scheitert. Dies war vor allem der Nachteil der verschiedenen Alkanninlösungen Sudanlösungen u. a., welche alle zum Nachweise kleinster Lipoid, mengen ungeeignet sind, weil sie zu stark lipoidlösend wirken. Wünschenswert ist es endlich, daß die Zellstruktur durch das Reagens nicht wesentlich leidet.

Auch der in den Versuchen von LIEBALDT viel verwendete 25 %ige Propylalkohol löst noch zu leicht geringe Lipoidmengen. Höhere Alkohole für sich allein haben außerdem den Nachteil, daß sie in die Zelle nicht genügend rasch hineingebracht werden können. Besonders stößt auch die schnelle Entfernung des Alkohols nach der Einwirkung auf Hindernisse. Mehr Vorteile sah ich von der Anwendung eines tertiären Amylalkohols, des Amylenhydrats, das etwa zu 10 % in Wasser löslich ist. Eine solche Lösung für sich allein wirkt jedoch auf empfindliche Objekte, wie *Spirogyra*, nach Art aller verdünnten Alkohole stark quellend ein, besonders auf das Chromatophor und dessen Pyrenoide. Man mußte also stärkere Lösungen anwenden, indem durch Zusatz eines mit Wasser und Amylenhydrat leicht mischbaren Mittels das Amylenhydrat in Lösung gehalten wurde. Von solchen Zusätzen wurden einige ausprobiert. Methylalkohol eignet sich nicht, weil die mit Hilfe dieses Zusatzes hergestellten Lösungen zu stark lipoidlösend wirkten.

---

1) E. LIEBALDT, Ztschr. f. Botan., Bd. 5, Heft 2. p. 65, 1913.

2) W. BIEDERMANN, Festschrift für STAHL, Flora, Bd. 111—112, p. 577, 1918.

Besser ist es, eine Mischung von 2 Teilen Amylenhydrat und 8 Teilen Wasser mit 1 Teil Aethylalkohol zu homogenisieren. Die meisten Vorteile jedoch bot ein Zusatz von Pyridin, von dem noch etwas weniger nötig ist, um eine 20 %ige Amylenhydratlösung herzustellen. Ein Gemisch von Amylenhydrat und Wasser im Verhältnis 3 : 10, mit Pyridin bis zur völligen Klärung versetzt, wirkt wieder zu stark lipoidlösend. Die Wirkung des Pyridins allein besteht bis zu 20 %iger Konzentration bei *Spirogyra* in einer reichlichen Gerbstoffällung im Zellsaft. Das Chlorophyllband zeigt feintropfige Entmischung und etwas flachere Lappung. Nach dem Auswaschen mit Wasser ist die Gerbstoffällung gelöst, im übrigen ist das Bild bleibend fixiert.

Die Amylenhydrat-Pyridinlösung: 2 Teile Amylenhydrat, 8 Teile Wasser und 1 Teil Pyridin ist ein sehr gutes Fixiermittel für die eiweißartigen Zellkontenta. Sie läßt keinerlei Quellungserscheinungen eintreten; die einzige Veränderung bei *Spirogyra*-Zellen besteht in der feintropfigen Entmischung des Chlorophyllbandes bei längerer Einwirkung, von der Bildung etwas größerer Tröpfchen in demselben begleitet. Werden die Präparate nach ein- bis mehrstündiger Einwirkung des Reagens mit Wasser ausgewaschen, so bleiben diese Lipoidtröpfchen verkleinert zurück.

Mit Hilfe von Pyridin kann man auch andere höhere Alkohole zum raschen Eintritt in Zellen bringen, unter Abscheidung von größeren Tropfen. So läßt sich Isobutylalkohol mit Pyridin oder auch mit Aethylalkohol zur tropfigen Entmischung des Zellinhaltes von *Spirogyra* verwenden. Von Octylalkohol lassen sich $^3/_4$ ccm mit 10 ccm Wasser und 1 ccm Pyridin in Lösung bringen. Mit dieser Mischung entsteht bei *Spirogyra* sofort Abscheidung von größeren und kleineren dunkelgrünen Tröpfchen. Beim Auswaschen mit Wasser fließen diese sehr langsam zusammen unter schließlicher Rücklassung von dunklen Schollen. Für unsere Zwecke sind derartige Lösungen ungeeignet, weil der Octylalkohol sich aus der Zelle sehr schwer auswaschen läßt. Die Eigenschaft des Pyridins, wasserunlösliche Lipoide zum Eindringen in Zellen zu bringen, untersuchte ich auch im Hinblick auf Fette. Für Olivenöl braucht man immerhin dazu soviel Pyridin, daß sich *Spirogyra*-Zellen darin entfärben und es zu einer relativen Speicherung von fettem Öl wegen der Extraktion der Zellipoide nicht mehr kommen kann.

Um das Amylenhydrat-Pyridin-Reagens zum Lipoidnachweis verwendbarer zu machen, ist es angezeigt, darin fettlösliche Farbstoffe zur Auflösung zu bringen. Von diesen Farbstoffen ist vor

allem *Sudan III* geeignet, das sich in der Mischung gut löst. Diese Farbstofflösung, die ich im nachfolgenden kurz als „AP-Sudan“ bezeichnen will, wird in folgender Weise hergestellt. Zu 8 T. dest. Wasser kommen 2 T. Amylenhydrat und 1 T. Pyridin. Die Flüssigkeit klärt sich nach kurzem Schütteln. Dann übergießt man damit festen Sudanfarbstoff im Reagensrohr, schüttelt gut durch und läßt bei Zimmertemperatur etwa 1 Stunde stehen. Dann wird filtriert und die Lösung in einem gut schließenden Fläschchen aufbewahrt. Sie ist wochenlang haltbar.

Die Untersuchung der Präparate geschah in folgender Weise. Frische vom anhängenden Wasser möglichst befreite Objekte kommen für 1 Stunde bei Zimmertemperatur in ein gut schließendes Fläschchen mit AP-Sudan. Schnitte werden, ohne früher mit einem anderen Medium in Berührung zu kommen, direkt in die AP-Sudanlösung eingelegt. Von der Lösung sind etwa 3 ccm anzuwenden. Gebrauchte Lösung kann gesammelt und nach Filtrieren nochmals verwendet werden. Wenn sich Niederschläge zeigen, so sehe man von weiterer Verwendung der Lösungen ab. Aus der Farblösung kommen die Präparate für einige Minuten in destilliertes Wasser zum Auswaschen des Amylenhydrates. Die Beobachtung geschah in Glycerin. Empfindliche Objekte, wie *Spirogyra*, sind zuerst in verdünntes Glycerin zu bringen, und können nach einigen Tagen in konzentriertes Glycerin übertragen werden. Einzellige Algen, Planktonproben werden abzentrifugiert, nach Abgießen des Wassers mit AP-Sudan übergossen, eine Stunde lang gefärbt, sodann wieder durch Zentrifugieren vom Reagens befreit, mit Wasser ausgewaschen und schließlich in Glycerin verteilt. Sollten einmal Farbstoffniederschläge in Präparaten auftreten, so sind dieselben krystallinisch und stören wenig. Die AP-Sudanpräparate halten sich monatelang *ganz unverändert. Alkannin statt Sudan anzuwenden empfehle ich* weniger, wegen der leicht entstehenden amorphen Fällungen. Cyanin überfärbt leicht und blaßt schnell aus. Scharlach R stand mir derzeit nicht zur Verfügung.

Bei Algen überzeugt man sich leicht von der ausgezeichneten Fixierung in unserem Reagens. *Spirogyra* zeigt den Plasmaschlauch leicht abgehoben, das Chromatophor vollständig intakt in bezug auf Lage und Form, dessen Inhalt, wie schon erwähnt, in feintropfiger Entmischung. Hier und da liegen größere runde Massen in der Nähe des Chromatophors, die zum größten Teil aus Chloroplastenpigmenten bestehen. Diese Gebilde gehen aus großen grünen Tropfen hervor, die nach Auswaschen des Amylenhydrats einen [illegible]len Kern erhalten, der von einem hellgrünen Hofe umgeben

ist, wobei die Tropfen allmählich kleiner werden. Schließlich verliert sich der helle Hof in den meisten Fällen. Offenbar bestehen die Tropfen ursprünglich aus viel Chloroplastenpigment und wenig anderen Lipoiden, gelöst in Amylenhydrat. Schließlich bleiben die Chloroplastenpigmente zurück, neben farblosen beigemengten Lipoiden. Material, das längere Zeit in Formol gelegen war, gibt keine so großen Tropfen wie frisches, vielleicht wegen der stattgefundenen Methylenisierung. Die Untersuchung des Cytoplasmas von *Spirogyra* geschah nach vorausgegangener Plasmolyse, um das Cytoplasma in der Nähe der Zellenden möglichst vom Chromatophor zu trennen. Der Cytoplasmaschlauch ist in der Nähe der Querwände meist deutlich leicht rötlich gefärbt. Außerdem beobachtet man in einem Teile der Zellen im Cytoplasma kleinste rotgefärbte Tröpfchen. Letztere können kaum aus dem Chromatophor stammen, sondern dürften Cytoplasmalipoide darstellen. Außerdem bemerkt man Tröpfchen, die wohl Methylenblau speichern, sich jedoch mit Sudan nicht anfärben. Den rötlichen Ton im Cytoplasma an den Querwänden führe ich auf hier reichlich vorhandene, stark silberreduzierende aromatische Substanzen zurück.

Volvox globator zeigt tadellose Fixierung und Färbung mit AP-Sudan. Die Tochterkolonien sind im Tetraden- und Morulastadium deutlich lipoidreicher. Metabolische Formen, wie *Euglena*, *Astasia*, zeigen ihre Gestaltsverhältnisse schön erhalten, auch die Geißel gut fixiert. Fetttropfen waren hier nicht zu sehen. Auch bei großen Formen von Cyanophyceen suchte ich vergebens nach gefärbten Lipoidtropfen.

Sehr lipoidreich erwiesen sich alle untersuchten höheren und niederen Pilzformen. *Saccharomyces cerevisiae* zeigte stets kleine, in Gruppen gelagerte rot gefärbte Tröpfchen in der Mitte der Zellen. Sehr schöne Objekte sind Fruchtkörper höherer Pilze. Alle Hyphen führen kleine rote Tropfen, die hymeniale und subhymeniale Schicht meist größere Tropfen; das Plasma ist diffus rötlich gefärbt. Im Mutterkornsklerotium sieht man in allen Hyphen große Fetttropfen.

Bakterienzoogloeen sind schwach rötlich gefärbt. Spirillen und Leptothrixfäden ließen keine gefärbten Tropfen unterscheiden.

Von Samen wurden etwa 100 Arten aus den verschiedensten Familien untersucht. Fettendosperme und fetthaltige Cotyledonarnährgewebe zeigen durchgängig ausgezeichnete Fixierung der Proteinkörner und wohlerhaltenes Ölplasma. Die Entmischung geht bei gutem frischen Material nicht über die Bildung kleiner Tröpfchen hinaus. Die Proteinkörner sind ungequollen, ihre Krystalloide und Globoide gut erhalten. Die Proteinkörner heben sich ungefärbt

scharf von dem tiefroten sie umgebenden Ölplasma ab. Den besten bisher *verwendeten Fettreagentien ist AP-Sudan weit überlegen.* Alkanninlösung nach GUIGNARD vacuolisiert die Proteinkörner. Wenn man zu AP-Sudan eine Fettsäure (Valeriansäure) hinzufügt, so treten ähnliche Vacuolen auf; besonders die Globoide werden angegriffen.

Nicht uninteressant waren die Befunde bei Stärkesamen. *Pisum* zeigt im Parenchym der Cotyledonen ohne weiteres den Lipoidgehalt des Plasmas. Das Cytoplasma ist von der Zellwand etwas retrahiert, zeigt in homogener ungefärbter Grundmasse kleinste mit etwas größeren untermischte rote Tröpfchen. Von anderer Granulierung, wie sie gewöhnlich nach unzureichend *fixierten Präparaten abgebildet wird, ist nichts zu sehen.* Die Epidermal- und Subepidermalschicht enthält sehr viel Lipoid. Auffallend ist auch der Lipoidgehalt der Procambiumstränge, sowie der kleinen, nur wenig Stärke führenden Zellen in deren Nachbarschaft. Ganz analoge Bilder bieten *Phaseolus*, *Lens*, *Vicia sativa*. Bei der letztgenannten ist das Cytoplasma noch lipoidreicher. Der Mehlkörper der Gramineen lieferte gleichfalls einschlägige Befunde. Bei Mais ist an den AP-Sudanpräparaten eine sehr deutliche Tröpfchenreihe zwischen den Amylumkörnern und längs der Zellwand zu sehen. Davon erkennt man in ungefärbten Glycerinpräparaten nicht das mindeste. GUIGNARD-Alkanna macht das Ölplasma mäßig gut sichtbar. Bei *Triticum* ist nur hie und da in den amylumhaltigen Zellen Lipoid sichtbar. Auch *Oryza* führt wenig Lipoid. Bei *Hordeum* konnte ich gar keine roten Tröpfchen finden. Eines der an Lipoiden reichsten Grasendosperme ist aber das von *Avena*. Die sogenannte Aleuronschicht ist ein prachtvolles Demonstrationsobjekt für typisches Ölplasma. Die ungefärbten Proteinkörner treten scharf auf rotem Grunde hervor. Auf den Fettgehalt des Embryos gehe ich nicht ein. Der Lipoidgehalt ist überall derselbe, auch das Epithel des *Scutellums* ist sehr reich an Fett.

Das Perisperm von *Piper* zeigt gleichfalls zwischen den Stärkekörnern rote Plasmafärbung und feinste gefärbte Tropfen. Der Fettgehalt der kleinzelligen äußeren Lagen ist größer. Am wenigsten Lipoid enthalten die Stärkesamen der Centrospermen.

Keimende Samen von *Pisum* und *Phaseolus* lassen die starke Zunahme der Lipoide in den Nährgewebszellen sicherstellen. Zwischen den Amylumkörnern liegt nun viel emulgiertes Fett.

So bekannt der reiche Lipoidgehalt bei Samenembryonen ist, so wenig scheint es Beachtung gefunden zu haben, daß sich die

Vegetationspunkte von Sprossen und Wurzeln älterer und jüngerer Pflanzen stets sehr lipoidreich zeigen. Es ist dies wohl ein allgemeiner Charakter der Meristeme bei Blütenpflanzen. Der Befund ist derselbe bei zahlreichen Keimwurzeln, wo der Fettgehalt in allen Zellen der Spitze bedeutend ist; selbst die Haubenzellen können sehr lipoidreich sein. Versuche, diese Lipoide mit Natriumäthylat zu verseifen, gelangen. Wurzelhaare zeigen rötliche Farbe des Plasmas mit AP-Sudan und kleine rote Tropfen besonders stark angesammelt in der Nähe des Zellendes. Die Zellmembran und die Membrankappe der Spitze bleibt ungefärbt. Luftwurzeln von *Chlorophytum comosum* liefern ähnliche Bilder. Hier fallen in der kutinisierten subepidermalen Schicht einzelne dicht mit Lipoidtropfen erfüllte Zellen auf. Die jungen vacuolenfreien Zellen der Wurzelspitze führen zahlreiche feinste rote Tropfen. Die Zellen des Vegetationsscheitels von Sprossen zeigen bei *Phaseolus* überall dichte Erfüllung mit feinsten roten Tröpfchen. Ebenso fettreich sind die Vegetationspunkte von *Allium Cepa*, den Knospen von *Tilia;* auch Wasserpflanzen, wie *Elodea*, zeigen sehr schön den charakteristischen großen Gehalt an Lipoiden bei den jungen Zellen. Daß auch Cambialzellen holziger Achsenorgane allgemein sehr lipoidreich sind, wurde bei *Tilia*, *Cornus*, *Pinus* und anderen Holzpflanzen beobachtet. Siebröhren färben sich im Plasma schwach rot, die Geleitzellen führen keine Lipoide.

Wir dürfen mithin dem embryonalen Plasma in Vegetationspunkten von Blütenpflanzen allgemein den Charakter von Lipoplasma zuschreiben. Dadurch wird es ohne weiteres verständlich, daß bei der reichlicheren Wasseraufnahme im Beginne des Streckungsstadiums das Plasma Vacuolen hydroidflüssigen Inhaltes ausbildet, welche, wie bekannt, im weiteren Fortgange zur Sonderung des wandständigen Plasmaschlauches und der Zellsaftvacuole führen. Wie lange das Cytoplasma selbst typisches Lipoplasma bleibt, ist noch festzustellen. Daß lipokolloider Charakter und embryonale Beschaffenheit beim Cytoplasma nicht immer zusammenfallen, machen Fälle, wie Algenzellen, welche auch in teilungsfähigem Zustande Hydroidplasma führen, sofort klar.

Unterirdische Stämme scheinen, soweit es einige Untersuchungen von Rhizomen im Februar zeigten, im Parenchym an Lipoiden recht reich zu sein. Das Parenchym der Kartoffelknollen enthält in allen Zellen einzelne kleine und etwas größere Lipoidtropfen. Das Leptom der Leitbündel ist wenig fetthaltig. Ganz junge Triebe sind in den Wurzelvegetationspunkten und jungen Leitbündelelementen sehr lipoidreich. Das Plasma ihrer Parenchym-

zellen führt feinste Fetttröpfchen. Es wird noch zu untersuchen sein, in welchem Zusammenhange das Auftreten von Fett in solchen Fällen mit dem Amylumstoffwechsel steht. Orchideenscheinknollen wurden an *Phajus* und *Coelogyne* untersucht. Die Leukoplasten von *Phajus* enthalten Lipoide und liefern Tröpfchen; ihre Form erhielt sich jedoch nicht im AP-Sudan.

Laubblätter zeigen die Chloroplasten feintropfig entmischt. Deren Grundsubstanz ist ebenfalls rot gefärbt. Die Schließzellen der Spaltöffnungen führen in der Regel große rote Tropfen. Die gerbstoffreichen Blätter von Echeverien oder von *Bergenia sibirica* sind sehr geeignet, um das Verhalten von AP-Sudanlösung zu Gerbstoffen zu illustrieren. In den Gerbstoffscheiden um die Blattstielbündel bei *Bergenia* sieht man deutlich, daß der Gerbstoff keinen roten Tröpfchenniederschlag bildet, sondern einen bräunlichroten granulierten amorphen Inhalt darstellt. Ähnliche Bilder liefern *Echeveria*blätter in den äußeren Lagen des Mesophylls. Eine Verwechslung von Gerbstoffen mit anderen Lipoiden ist da kaum möglich. Hingegen wird man bei Zellmembranen, soweit ich sehe, sehr darauf achten müssen, die Kutinisierung nicht mit einem Gehalt an Gerbstoff zu verwechseln; die Sudanfärbung allein reicht jedenfalls zur Diagnose nicht aus.

Erwähnt sei noch, daß sich die bekannten stark lichtbrechenden Tropfen im Mesophyll von *Camellia japonica* und anderen wintergrünen Blättern mit AP-Sudan anfärben.

Pflanzenphysiologisches Institut der deutschen Universität in Prag.

27. Otto Schüepp: Zur Kenntnis der Gewebespannungen.

(Mit 1 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 6. Mai 1919.)

1. Nachweis von Spannungen in Blütenknospen. Aus vergleichend entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen an Papilionaceen hatte ich früher den Schluß gezogen, daß die starke Raumausfüllung innerhalb der Knospe und als Folge davon verschiedene Eigentümlichkeiten des Blütenbaues, namentlich die charakteristischen Falten der Kronblätter, hervorgerufen werden durch die gegenseitige mechanische Beeinflussung der wachsenden Teile[1]. Zu übereinstimmenden Resultaten war GÜNTHART für die Conciferen gelangt[2].

Über die Wirkungsweise der mechanischen Kräfte machte ich folgende Annahmen: Durch Druck wird das Wachstum gehemmt; durch Zug wird es gefördert. Es sind bereits sehr kleine Kräfte wirksam. Daraus wurde abgeleitet, daß die dauernde Einwirkung kleiner Kräfte auf das Wachstum zu ganz ähnlichen Resultaten führen müsse, wie die einmalige Einwirkung gleichgerichteter größerer Kräfte auf das fertige Organ. Dabei erweist sich das Gewebe als plastisch gegenüber der Wirkung kleiner Kräfte auf das Wachstum auch da, wo der Versuch, am fertigen Organ ähnliche Deformationen hervorzurufen, zum Zerreißen oder Zerquetschen führen müßte[3].

Nachdem es mir gelungen ist, Gewebespannungen innerhalb vegetativer Sproßspitzen nachzuweisen[4], möchte ich kurz auf die Frage der Kronblattfalten zurückkommen.

Der Nachweis der Spannungen wurde in der Weise geführt, daß ich Querschnitte durch frische Knospen auf Wasser schwimmen

1) SCHÜEPP, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Schmetterlingsblüte. (Beih. z. bot. Centralbl. XXVIII, 1911, 1. Abt., p. 195—246.)

2) GÜNTHART, A., Prinzipien der physikalisch-kausalen Blütenbiologie in ihrer Anwendung auf Bau und Entstehung des Blütenapparates der Conciferen. (Jena 1910.)

GÜNTHART, A., Über die Entwicklung und Entwicklungsmechanik der Conciferenblüte. (Beih. z. bot. Centralbl. XXXV, 1917, 1. Abt., p. 60—170.

3) SCHÜEPP, l. c., p. 213—215.

4) SCHÜEPP, Über den Nachweis von Gewebespannungen in der Sproßspitze. (Diese Berichte XXXV, 1917, p. 703—706.)

ließ, und sie dann mit Nadeln in ihre einzelnen Bestandteile zerlegte (Fig. a, b, c).

2. *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. Kelch. Wird bei Knospen von 4,6, 4,7 u. 5,4 mm Länge die Kelchröhre an einer Stelle aufgeschnitten, so schieben sich die freien Enden übereinander; die Krümmung nimmt stark zu, es erfolgt eine „hyponastische" Reaktion (Fig. a, K). In Knospen von 5,8, 5,9 und 6 mm Länge zeigt das Ende der Kelchröhre keine Spannung; an der Basis besteht die Hyponastie fort. In Knospen von 6,5, 7,6 u. 7,7 mm Länge reagiert die Basis immer noch schwach hyponastisch, die Mitte ist spannungslos, am Ende tritt bereits die entgegengesetzte Reaktion auf. Diese hat sich bei Knospen von 9,8, 10 und 13 mm Länge auf die ganze Kelchröhre ausgedehnt; sie bleibt bestehen bis zum Abschluß der Entwicklung. Beim Aufschneiden der Röhre weichen die Enden auseinander; die Krümmung nimmt ab (Fig. b). Ich bezeichne diese Reaktion als „epinastisch", weil sie eine Oeffnungsbewegung des Kelches herbeiführen müßte, wenn nicht die Röhrenform des Kelches eine solche verhindern würde.

Fahne. Jugendliche Entwicklungsstadien (4,6 u. 4,7 mm Knospenlänge) reagieren schwach hyponastisch (Fig. a). Die Krümmungstendenz steigert sich, während die Fahne im Verlauf des Wachstums allmählich aus der Kelchröhre heraustritt; sie erreicht ihr Maximum bei Knospen von 16 mm Länge (Fig. c). Die Fahne bleibt darum auch noch festgeschlossen, nachdem der Widerstand der Kelchröhre gegen ihre Ausbreitung weggefallen ist. Doch bald nimmt die hyponastische Spannung an Intensität ab und verschwindet. Eine epinastische Gegenreaktion führt zur Entfaltung der Fahne. Tiefe Längs- und Quereinschnitte, die mit der Schere in die noch geschlossene Fahne geführt werden, verhindern die Entfaltung nicht. Sie beruht auf einem epinastischen Krümmungsbestrehen, das im ganzen Blatte verbreitet ist.

Lathyrus vernus bildet an der Basis der Fahne zwei hohlkegelförmige Ausstülpungen, die durch ihre Form an der Teilnahme bei der Entfaltungsbewegung verhindert sind. Doch auch an ihnen läßt sich gerade so wie an der Kelchröhre der Übergang von hyponastischer zu epinastischer Spannung nachweisen.

Wenn sich die Fahne von rot in blau verfärbt, führt sie eine Schließbewegung aus, die nicht Folge des Verwelkens ist. Beim Zergliedern auf Wasser schwimmender Querschnitte läßt sich wieder eine starke hyponastische Spannung nachweisen.

Flügel, Schiffchen und Staubfadenröhre verhalten sich untereinander sehr ähnlich. In jungen Stadien sind sie wie

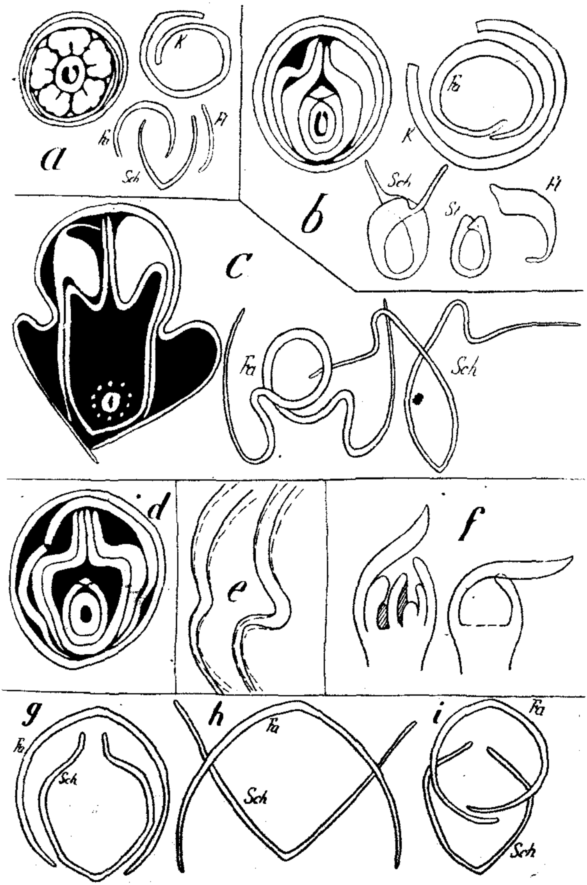


Abb. 1. Erklärung S. 228.

die Fahne schwach hyponastisch gespannt (Fig. a). Die Hyponastie verstärkt sich bis zu einem Maximum (Fig. b, c). Sie bleibt erhalten bis zum Schluß der Entwicklung; Flügel und Schiffchen nehmen an der Öffnungsbewegung nicht teil. Die bekannte Spannung im Flügelnagel, welche Flügel und Schiffchen nach oben drückt, *entsteht ebenfalls aus einer hyponastischen Krümmungstendenz.*

3. *Lathyrus latifolius* L. An Längsschnitten durch junge Blütenknospen läßt sich eine starke hyponastische Spannung im Kelch nachweisen. Nach dem Entfernen der inneren Blütenteile krümmt sich der Kelch nach innen (Fig. f)[1].

Fahne und Schiffchen reagieren hier anders als bei *Lathyrus vernus*. In Knospen von 11 u. 13 mm Länge sind sie stark epinastisch gespannt (Fig. g, h); später werden sie hyponastisch; die Fahne allein wird beim Öffnen der Blüte neuerdings epinastisch.

Der zeitliche Verlauf der Spannungserscheinungen wechselt also von Art zu Art.

4. Beziehungen der Spannungen zu den autonomen Bewegungen innerhalb der Knospen. Fast alle jungen Blattanlagen krümmen sich in ihren ersten Entwicklungsstadien hyponastisch gegen die Mutteraxe hin und bilden dadurch eine festgeschlossene Knospe; später, wenn sie bald ausgewachsen sind, krümmen sie sich epinastisch von der Mutteraxe hinweg; die Knospe entfaltet sich. Wird aber die eine oder andere Bewegung mechanisch gehemmt durch den Widerstand benachbarter Organe, so tritt an die Stelle der Bewegung eine entsprechende Spannung.

Hyponastische und epinastische Bewegungen, sowie hyponastische und epinastische Spannungen werden wir auf eine gemeinsame Ursache zurückführen, eine Krümmungstendenz, deren Sinn und Intensität in erster Linie vom Entwicklungszustand des Organes abhängen, daneben aber auch, wie die nastischen Krümmungen zeigen, von äußern Einflüssen mitbestimmt werden. Wir wollen diese Tendenz in Anlehnung an VÖCHTING als „hyponastische“ oder „epinastische Curvipetalität“ bezeichnen.

5. Bedeutung der Spannungen für die Ausgestaltung der *Blütenplastik*. Die Lagerung der Kronblätter innerhalb der Knospe ist zunächst bestimmt durch ihren Kontakt mit dem ringförmig geschlossenen Kelch nach außen und mit dem kom-

1) Dieselbe Reaktion zeigen die jungen Laubblätter von *Hippuris*. (Diese Berichte XXXV, 1917, p. 705, Fig. 2 b.)

pakten, aus Staubbeuteln und Stempel aufgebauten Zylinder nach innen. Zwischen Kelch und Staubbeuteln schieben sich die Ränder der Fahne vorwärts, gleiten über die Flügel und das Schiffchen hinweg und treffen sich schließlich in der Mediane (Fig. a, b). Bei manchen Arten schiebt sich auch noch der eine Fahnenrand über den andern[1]). Dies zeigt, daß der Widerstand, der sich in festgeschlossenen Knospen dem Flächenwachstum der Kronblätter entgegensetzt, für sich allein keine Faltung erzeugen muß.

Falten entstehen, wie ich aus den neugewonnenen Kenntnissen über die Spannungsverhältnisse schließe, unter dem Einfluß der Hyponastie der Kronblätter. Diese Hyponastie stellt das eigentlich mechanisch aktive Prinzip[2]) in der Blüte dar.

Die Kronblätter zeigen die Tendenz, eine stärkere Krümmung anzunehmen, als ihre eingeengte Lage gestattet. Daraus folgt, daß sie an jedem Punkte ihres Umfanges einen Druck nach Innen ausüben müssen. Die Existenz eines solchen radialen Druckes läßt sich auch experimentell demonstrieren (Fig. d). Schneidet man die Fahne durch an einer Stelle, wo sie vom Flügel nicht berührt wird, so bewegen sich die Schnittenden nach innen (links oben in der Figur); die Hyponastie der Fahne äußert sich dadurch, daß die Partien zu beiden Seiten der Schnittstelle ihre Krümmung verstärken.

Aus der Hyponastie der ganzen Fahne leitet sich also eine Tendenz zur Bildung von Knickungen ab, die an den Stellen geringsten Widerstandes in Erscheinung treten wird. Als Widerstände kommen in Betracht der Gegendruck der inneren Blütenteile und die Biegungsfestigkeit der Fahne selbst.

Bei *Lathyrus vernus* tritt eine Knickung ein beim Übergang vom dicken Mittelteil der Fahne zum dünnen Randteil; aus ihr gehen zuletzt die schon erwähnten Hohlkegel am Fahnengrund hervor (Fig. d links und rechts unten, Fig. c).

Eine Einknickung der Fahne müßte auch dann erfolgen, wenn an einer begrenzten Stelle im Gegensatz zur ganzen Umgebung eine Epinastie wirksam würde. Dies scheint darum schon sehr unwahrscheinlich, weil die anatomische Ausbildung der Falten keine Besonderheiten aufweist. Ferner zeigt sich beim Auseinanderlösen der Schnitte keine Verschärfung, sondern eher eine Abschwächung der Knickung (Fig. e). Ich betrachte darum

1) SCHÜEPP 1911, Tafel VI, 1, 18, 14.

2) GÜNTHART (1910, p. 147) hat den Begriff „aktives Merkmal" aufgestellt, allerdings in erweitertem nicht ausschließlich mechanischem Sinn.

die Knickung als plastische Deformation, die bedingt wird durch die Hyponastie der ganzen Fahne.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Curvipetalität der Kronblätter in doppelter Weise auf die Blütenplastik einwirkt. Sie bedingt direkt die charakteristischen Krümmungen der Organe, die Öffnungs- und Schließbewegungen der Krone. Sie ruft aber auch indirekt, im engsten Zusammenhang mit den Raumbedingungen in der Knospe, mannigfache Knickungen und Faltungen der Kronblätter hervor.

6. Einige Versuche über die physiologische Natur der Spannungen. Ich prüfte möglichst gleich alte, 9 mm lange Blütenknospen von *Lathyrus latifolius* mit Rohrzuckerlösungen von 5 bis 50 Prozent. Zur Kontrolle wurde jeweils von zwei Nachbarschnitten aus derselben Knospe der eine in Wasser, der andere in Zuckerlösung zerlegt.

Fig. g zeigt die Form von Fahne und Schiffchen vor dem Zerlegen, Fig. h die Reaktion in Wasser, Fig. i die Reaktion in 50 % Rohrzucker. In Wasser führen Fahne und Schiffchen eine starke Öffnungsbewegung aus; in 5 % und 10 % Rohrzuckerlösung ist die Öffnungsbewegung geringer; in 15 % Rohrzucker erfolgt keine Reaktion. In 20 %, 30 % und 50 % Rohrzucker schließt sich die Fahne, während das Schiffchen nicht deutlich reagiert.

In 10 % und 15 % Rohrzucker sind die Zellen aller Schichten plasmolysiert. Nach halbstündigem Aufenthalt in Wasser von 55°—65° Celsius reagieren die Schnitte nur noch schwach, nach stärkerem Erwärmen tritt keine Reaktion mehr ein.

Entsprechend fand ich an Vegetationspunkten von *Elodea*, daß in 15 % Rohrzucker keine Krümmungen eintraten, in 50 % Rohrzucker solche in entgegengesetztem Sinne wie in Wasser. In 15 % Rohrzucker trat in den Meristenzellen allgemein starke Plasmolyse ein. Erwärmen auf 60° hob nach einiger Zeit die Reaktionsfähigkeit auf.

Ich wiederholte die Versuche mit *Begonia*blattstielen. In Wasser krümmte sich die Epidermis konkav; in 7,5 % Rohrzucker blieb sie gerade, zugleich waren die Zellen aller Schichten plasmolysiert. In stärkern Lösungen ging die Reaktion dennoch weiter, die Epidermis wurde deutlich konvex. Durch kurzes Erwärmen mit Wasser über 55° werden die Wände fixiert; die Schnitte bleiben konkav, gerade oder konvex, je nach der Krümmung, welche sie vor dem Abtöten erreicht hatten.

Als Ergebnis dieser Versuche will ich vorläufig nur zwei Punkte hervorheben. Durch Plasmolyse wird die Reaktionsfähig-

keit nicht aufgehoben; neben dem Druck des Zellinhalts auf die Wand[1]) muß also auch der Quellungszustand der Wandung[2]) von Bedeutung sein. Die Möglichkeit, die verschiedenen Krümmungszustände durch Erwärmen zu fixieren, weist darauf hin, daß die wirksame Struktur der Wandung sehr labil ist und beim Abtöten der Zelle ebenfalls aufgehoben wird.

Erklärung der Figuren.

Figur a—e *Lathyrus vernus* (L.) Bernh.

a, b, c. Querschnitte junger Blütenknospe. Zerlegung derselben in Kelch K, Fahne Fa, Flügel Fl, Schiffchen Sch und Staubfadenröhre St.

d. Knospenquerschnitt. Links oben Fahne durchschnitten.

e. Fahnenfalten. Ausgezogene Linie: Lage im intakten Knospenquerschnitt. Gestrichelt: Lage nach dem Zergliedern.

Figur f—i. *Lathyrus latifolius* L.

f. Längsschnitt durch eine junge Blütenknospe intakt und nach Entfernung der innern Blütenteile.

g. Fahne und Schiffchen aus einem intakten Knospenquerschnitt

h. „ „ „ nach dem Zerlegen in Wasser.

i. „ „ „ „ „ „ „ 50 % Rohrzuckerlösung.

---

1) DE VRIES, Untersuchung über die mechanischen Ursachen der Zellstreckung. Leipzig 1877.

2) HOFMEISTER, Die Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig 1867. p. 267.

Sitzung vom 27. Juni 1919.

Vorsitzender: Herr P. CLAUSSEN.

Der Vorsitzende teilt mit, daß am 2. Juni 1919 die Beerdigung unseres Ehrenpräsidenten auf dem Matthäikirchhof in Berlin stattgefunden, daß der Vorstand einen Kranz im Namen der Gesellschaft am Grabe niedergelegt und daß der Vorsitzende Prof. Dr. LINDNER in der Halle, am Sarge des Entschlafenen, die Verdienste S. SCHWENDENERs um unsere Gesellschaft gewürdigt habe[1]).

Ferner teilt der Vorsitzende mit, daß aus Anlaß des Todes Prof. SCHWENDENERs von den Herren Prof. SCHINZ im Namen der Schweiz. Bot. Gesellsch., Prof. ED. FISCHER im Namen der Schweizer. Naturforsch. Gesellsch. und Prof. BITTER Beileidsschreiben und von Frau JOHANNA MIKOSCH in Brünn ein Dankschreiben für die Beileidsbezeugung des Vorsitzenden eingelaufen seien.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren

Bachmann, Dr. **Fritz,** in **Bonn** und

Stern, Dr. **Kurt,** in **Charlottenburg.**

Herr BODE sprach über Protolgärung. . Im Interesse der Landesverteidigung wurde der Begriff Protol als Deckwort für die Gewinnung von Glyzerin durch Hefegärung gewählt. Bekannt war, daß in jeder vergorenen Flüssigkeit Glyzerin aufgefunden werden konnte, wenn auch die Entstehung des Glyzerins im Verlauf des Gärungsvorganges, oder wie von anderer Seite angenommen wurde, als *Stoffwechselprodukt noch strittig war. Durch die Arbeiten* CARL NEUBERGs, dem es gelang, durch Natriumsulfit den entstehenden

---

1) Die Bedeutung SCHWENDENERs als Gelehrten würdigte Herr Geh. Rat HABERLANDT, der für die Akademie der Wissenschaften und in Vertretung des Rektors der Universität sprach. Die Rede ist abgedruckt in der Naturw. Wochenschr. Nr. 30 vom 27. Juli 1919.

Aldehyd abzufangen, ist der Beweis erbracht, daß die Bildung des Glyzerins als Produkt der Zuckerspaltung durch die Hefe anzusehen ist. Diese Spaltung geschieht im Sinne der Gleichung:

$$C_6H_{12}O_6 = CH_3CHO + CO_2 + C_3H_8O_3.$$

Die bei der alkoholischen Gärung gebildeten Mengen, die zwischen 2% und 3,5% des vergorenen Zuckers schwankten, waren zu gering, als daß man hätte an eine technische Gewinnung denken können. Dennoch suchte man schon vor dem Kriege durch Gärung zu einer Glyzerinquelle zu kommen und damit unabhängig von der Fettspaltung zu werden. Einige Versuche LÜDECKEs durch Zugabe von Salzen erschienen durchaus aussichtsvoll, da die Glyzerinbildung bis zu 15% des vergorenen Zuckers gesteigert werden konnte. Als im Verlaufe des Krieges der Mangel an Fetten immer fühlbarer wurde und damit die dringend notwendige Herstellung von Nitroglyzerin immer mehr gefährdet wurde, gewannen diese Versuche erhöhte Bedeutung. Es gelang, im Natriumsulfit ein Mittel zu finden, die Glyzerinausbeute auf 20, später auf 30 und mehr Prozente vom Zucker zu steigern. Es war dies um so auffallender, als die schweflige Säure und ihre Salze als starke Hefegifte gelten und weil das Natriumsulfit stark alkalisch reagiert. Natriumsulfit wird aber von der Hefe in sehr großen Mengen vertragen, nur die freie schwefelige Säure ist ein sehr starkes Hefegift. In den technischen Betrieben verlief die Gärung in Gegenwart von 3—5% Natriumsulfit, im Laboratorium wurde die Menge auf 15% und darüber gesteigert.

Vortragender gab dann einen Überblick über die technischen Einrichtungen der Protolgewinnung, die Riesenausmaße der Gärgefäße, schilderte kurz die Reinigung des Glyzerins und die Gewinnung von Aldehyd und Alkohol als Nebenerzeugnisse. In einem der größeren Betriebe wurden täglich verarbeitet in 5 Bottichen von je 160 cbm Inhalt 800 000 l Flüssigkeit, die 80 000 kg Zucker, 8000 kg Hefe neben den nötigen Nährsalzen für die Hefe erhielten. Die Gärung verläuft im günstigen Falle in 40 Stunden, kann sich aber bis 100 Stunden und darüber hinziehen.

Von wesentlichem Einfluß auf den Verlauf der Gärung war die Beschaffenheit der Hefe. Verwandt wurde die in gebräuchlicher Weise hergestellte Bäckereihefe. In einem der Betriebe wurde die Hefe, um sie stets frisch und infektionsfrei zur Verfügung zu haben, selbst hergestellt. Hierzu wurden 300—400 g Hefe als Reinzucht vom Institut für Gärungsgewerbe geliefert, diese in Reinzuchtapparaten auf 40 kg vermehrt und durch zwei-

malige Führung in 8 cbm- und dann in einem 100 cbm-Bottich auf 2000 kg gebracht. Diese Menge diente als Anstellhefe in den 700 000 l fassenden (Nutzraum 400—500 cbm) Züchtungsbottichen. Hier wurden bei fünffacher Vermehrung 10 000 kg Hefe, also in der Woche 60 000 kg Hefe erhalten. Als Kohlenstoffquelle diente Zucker 1,5 %, Melasse 3 %, als Stickstoffquelle Ammoniumsulfat, ferner Natriumphosphat. Die Züchtung geschah unter starker Lüftung (45 cbm Luft stündlich auf 1 cbm Flüssigkeit). Die Abscheidung der Hefe geschah durch Ausflocken mit Natronlauge. Die Hefe wurde nicht abgepreßt, sondern als Hefeschlamm der Protolgärung zugegeben.

So überraschend groß die in kürzester Frist gezeitigten technischen Ergebnisse waren, so mannigfach waren auch die wissenschaftlichen Probleme, die noch der Auswertung harren. Ob die Protolgärung auch im Frieden praktische Bedeutung behalten wird, hängt von der ganzen wirtschaftlichen Lage und davon ab, ob uns in absehbarer Zeit wieder genügend Fette, und diese zu niederen Preisen zur Verfügung stehen werden.

Rede an der Bahre S. Schwendeners
am 2. Juni 1919
in der Halle des Matthäikirchhofes in Berlin,
gehalten von P. LINDNER.

An der Bahre SIMON SCHWENDENERs trauert auch die Deutsche Botanische Gesellschaft und ist es ihr ein Herzensbedürfnis, ihm in dieser weihevollen ernsten Stunde eine letzte Gabe und ein letztes Abschiedswort zu widmen in dankbarer Erinnerung an all das, was er ihr gewesen und ihr Gutes erwiesen.

In ihm verehrte sie nicht nur ihren führenden Mitbegründer, sondern auch ihren allezeit tatkräftig eingreifenden Förderer und Gönner.

Ein ganzes Jahrzehnt nach der Gründung war er Vorsitzender des Vorstands, die nächsten 13 Jahre Präsident, und das letzte Jahrzehnt ihr Ehrenpräsident.

Als wir ihm vor wenigen Wochen die Glückwünsche zum 90. Geburtstage aussprachen, glaubten wir ihn noch rüstig genug, daß er uns noch einige Jahre erhalten bleiben würde.

Das Schicksal hat anders entschieden und für die irdische Hülle heute schon das Grab gegraben.

Was zurückbleibt, sind seine Werke und die Erinnerung an seine einzigartige Persönlichkeit.

Noch schwebt seine würdevolle Gestalt vor unseren Augen, noch klingt uns seine sonore Stimme mit dem schweizerischen Idiom in den Ohren, noch folgen wir der gemessenen ruhigen Geste, mit der er seine Worte begleitet und bekräftigt, noch fühlen wir den Blick aus seinen Augen voll auf uns ruhen, oder sehen sie aufwärts in weite Fernen gerichtet, als gelte es, die Kammlinien eines hohen Gebirgsstockes seiner Heimat zu überschauen.

Er sprach zu uns im Lapidarstil, kurz und schlicht und verschonte uns mit phantastischen Gedankengängen, dafür machte er uns aber für den Zauber der Wirklichkeit, mit dem die Natur ihre Schöpfungen schmückt und von dem er sich selbst gern bestricken ließ, empfindsam.

Nun ist sein Mund verstummt, sein Auge gebrochen. Die Pforte des Todes und eine unbekannte Welt hat ihn aufgenommen.

Uns aber verbleibt als wertvolles Vermächtnis zur Nacheiferung sein leuchtendes Vorbild.

Mitteilungen.

28. Henrik Lundegårdh: Die Bedeutung der Lichtrichtung für den Phototropismus.

(Mit 8 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 8. Juni 1919.)

Die Frage, ob die Lichtrichtung oder der Lichtabfall auslösend wirken, ist trotz der vielen namentlich in der letzten Zeit hierauf gerichteten Arbeiten noch nicht endgültig beantwortet. Die auf DE CANDOLLE zurückgehende Theorie der Intensitätsunterschiede wurde von DARWIN, OLTMANNS, MAST, BLAAUW u. a. aufgenommen und verteidigt. Der von OLTMANNS und dann von MAST in besserer Methodik ausgeführte Versuch bestand darin, die Pflanzen in ein Bündel von Licht mit abgestufter Intensität zu bringen. MAST (1911) hat aber dabei nicht die Lichtbrechung im Organ berücksichtigt, auf Grund welcher ein einfallender Lichtstrahl mehr oder weniger abgelenkt wird. Ein paralleles Lichtbündel wird deshalb innerhalb des Organs in einen konvergenten umgewandelt, und die MASTschen Ergebnisse sind folglich nicht einwandfrei. BLAAUW (1914, 1915, 1918) schlug einen anderen Weg ein. Er wies nach, daß allseitige Beleuchtung eine sehr charakteristische Änderung der Wachstumsgeschwindigkeit zur Folge hat. Da er dann auch bei der einseitigen, phototropisch auslösend wirkenden Belichtung eine ähnliche Reaktion fand, nahm er an, daß die tropistische Krümmung ein einfaches Ergebnis der auf den entgegengesetzten Seiten induzierten verschieden starken „Photowachstumsreaktionen" wäre. BLAAUWs ganze Beweisführung basiert auf einem Analogieschluß und er hat übersehen, daß man ebensogut sagen kann, daß die Reaktion auf allseitige Belichtung die Summe einer Reihe tropistischer Reaktionen ist. Von Beweisen für die Lichtabfallstheorie sei nur noch die interessante Arbeit von PAAL (1918) erwähnt. Dieser Forscher hat durch neue Versuche den bemerkenswerten Befund BOYSEN-JENSENS (1911) bestätigt, daß der phototropische Bewegungsvorgang sich über eine Schnittstelle ausbreitet, wahrscheinlich infolge der Diffusion eines reiz-

übertragenden Mittels. PAAL erblickt nun hierin u. a. einen Beweis für die *DE CANDOLLE-BLAAUWsche Theorie:* er *nimmt* verschiedene Reaktionen auf der Lichtseite und auf der Schattenseite und ihre geradlinige Fortleitung basalwärts an. Gegen PAALs Argumentierung läßt sich aber einwenden, daß durch seine Versuche keine Fortleitung der primären Erregung bewiesen wird. Die Möglichkeit läßt sich nicht abweisen, daß die Krümmung unterhalb der Schnittstelle durch sekundäre, bei der Krümmung des Spitzenteils auftretende stoffliche und weiter fortgeleitete Verschiedenheiten auf der Vorder- und der Rückseite beruht, also einer Art von Chemotropismus gleichzusetzen wäre. Diese Möglichkeit muß wenigstens geprüft werden, ehe man die Tragweite der Ergebnisse übersehen kann.

Sind also die Beweise für die Intensitätsunterschiedtheorie nicht unanfechtbar, so gilt aber dasselbe auch von den Beweisen für die Lichtrichtungstheorie[1]). Diese wurde bekanntlich von SACHS aufgestellt, aber erst FITTING (1907) brachte Tatsachen herbei. Gegen die scharfsinnig ausgedachten Versuche FITTINGs sind zwar keine entscheidenden Einwände erhoben; auch PAAL stellt *sich in dieser Hinsicht abwartend. Die FITTINGschen Ver*suche leiden aber zweifelsohne unter nicht unerheblichen Mängeln. FITTING hat durchgehends Dauerbelichtung mit Tageslicht benutzt, weshalb die Angaben über Reaktionsstärke sehr unsicher sind; ferner ist ja Verwundung oder überhaupt nur Anfassen der Koleoptile ein unberechenbarer Eingriff. Eine experimentelle Prüfung von SACHS Theorie muß wohl vorsichtigere Wege einschlagen, wenn etwas endgültiges beigebracht werden soll[2]). Von den übrigen wenigen Arbeiten, die die Richtungstheorie beweisen wollen, sei HEILBRONNS (1917) Mitteilung erwähnt. Über sie hat aber schon BLAAUW (1918 S. 183) einige treffende Bemerkungen gemacht.

Ich war anderthalb Jahre mit phototropischen Problemen beschäftigt (Zusammenhang zwischen Reiz und Reaktion, Stimmung usw.), da ich bei dem Erscheinen von BLAAUWs letzter Arbeit (1918) mich entschloß, auch über die eingangs erwähnte Frage Versuche anzustellen. Über den Ausfall dieser will ich nun hier vorläufig berichten. Ausführlicher wird das Problem zusammen mit meinen übrigen Versuchen in einer späteren Arbeit behandelt.

---

1) Der Raum genügt selbstverständlich nicht für eine zureichende Kritik vorhergehender Arbeiten. Ich muß hierfür auf die ausführliche Arbeit verweisen.

2) Nach FITTING (1907 S. 199) soll ein querer Einschnitt die Reizleitung „so gut wie gar nicht schwächen“. Ich habe das Gegenteil gefunden. Hierüber Näheres in der ausführlichen Mitteilung.

Meine Bemühungen waren von Anfang an darauf gerichtet, möglichst einwandfreie Versuchsbedingungen herzustellen. Die Aufzucht des Materials fand im großen elektrischen Thermostaten statt (siehe 1917 S. 9), aus welchem die Pflanzen nur zwecks Reizung genommen wurden. Die Bewegungen wurden auf intermittierendem Klinostaten mittels meiner automatisch-photographischen Methode registriert, und zwar in rotgelbem, tropistisch beinahe wirkungslosem Licht auf sensibiliertem Film. Ausführlicheres über die Methodik später. Sehr wichtig sind die Beleuchtungsquellen. Ich fand endlich eine sehr geeignete Lichtquelle in der kleinen Halbwattlampe für Schwachstrom (6 Volt). Der Glühkörper ist

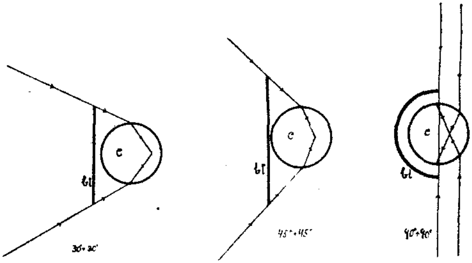


Abb. 1. a b c

stabförmig, etwa 5 mm lang; hierdurch wird paralleles Licht gewonnen. Energiequelle war ein JUNGNER-Akkumulator.

1. In der ersten Versuchsserie wurden zwei gleiche, konvergierende Lichtbündel benutzt. Die Lampen (Glühkörper senkrecht) waren auf zwei um einen gemeinsamen Punkt drehbaren Armen befestigt, so daß der Winkel zwischen den Bündeln beliebig verändert werden konnte. Das Objekt (ich arbeitete durchgehends mit Koleoptilen von Seger-Hafer aus Svalöf) war in dem Drehpunkt aufgestellt. Meine Absicht mit dieser Versuchsanordnung war, durch Belichtung der hinteren Hälfte der Koleoptilen einen Lichtabfall darzustellen, der der Lichtrichtung entgegengesetzt wirken müßte. Zu diesem Zweck wurde, wie aus Abb. 1a und b hervorgeht, vor dem Objekt eine undurchsichtige schwarze Blende plaziert und der Einfallswinkel der Lichtbündel wurde so reguliert, daß genau die vordere Hälfte der Koleoptile im Schatten stand,

während die hintere Hälfte von dem schräg einfallenden Licht beleuchtet wurde. Die Einstellung wurde selbstverständlich bei Vorschalten roter Glasscheiben vor den in kleinen Gehäusen eingeschlossenen Lampen vorgenommen. Gleich nach der Exposition wurde das Objekt in einen geeigneten Klinostathalter gesteckt und das Ergebnis registriert. In folgender Tabelle I sind die bei verschiedenen Winkeln erhaltenen Resultate (in Totalablenkung der Koleoptilenspitzen nach etwa 6 St. angegeben) als Mittelwerte aus 18 Versuchen (mit zusammen 78 Pflanzen) zusammengestellt.

Tabelle I.

Belicht. mit zwei konverg. Bündeln. Lichtst. 16 K. Abstand 45 cm. Expositionszeit je nach Winkel und Zone 10—240 Sek.[1]).

Winkel	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180 Grad
Reaktion in Grad	17,7	18,9	25,0	14,1	5	0,7	−12	−7,8	—	−3,7	−8,8	−1,90	3,0	−11	−90	

Die Einzelwerte, die ich nicht hier anführen kann, divergieren recht stark; anders ist bei der großen Schwierigkeit der Einstellung der Lichtbündel (die namentlich durch die Form der Koleoptilenspitze erhöht wird) kaum zu erwarten. Trotzdem und trotz der geringen Zahl der Keimlinge ist doch das Ergebnis eindeutig. Wir sehen, daß bei spitzen Einfallswinkeln der Lichtbündel positive Reaktion sich einstellt; diese ist bei kleinen Winkeln schwach, offenbar weil, wie leicht einzusehen, hierbei nur die äußersten Partien von direktem Licht getroffen werden. Bei 50 und 60 Grad empfängt dagegen, wie aus Abb. 1a ersichtlich, der ganze hintere Teil das Licht. Die innerhalb des Koleoptilendurchschnitts gezogenen Linien geben die Richtung der gebrochenen Strahlen an (unter Benutzung des von SENN 1908 ermittelten Wertes 1,48 für den Brechungsindex des Protoplasmas). Die Divergenz der Strahlen innerhalb der Koleoptile wird also steiler. Deshalb treffen diese wirksamen Strahlen schon bei einem Einfallswinkel von 90 Grad einander unter so stumpfem Winkel (123° für die median einfallenden Strahlen, vgl. Abb. 1b), daß ihre tropistische Wirkung

1) In allen hier erwähnten Versuchen wurde eine für deutliche positive Reaktion hinreichende Lichtmenge gewählt. Diese ist bekanntlich sehr klein, doch nimmt die Empfindlichkeit von der Spitze abwärts sehr rasch ab. Um das Ergebnis rein zu sehen, ist nachherige Klinostatierung notwendig. Die Schwerkraft wirkt nämlich, wie ich gefunden habe, extingierend auf die phototropische Reaktion.

sehr schwach sein muß. Außerdem ist zu bedenken, daß durch Streuung und totale Reflektion an den Zellwänden ein immer größeres Quantum Licht nach der nichtbeleuchteten Seite geworfen wird (was man direkt beobachten kann). Es kann deshalb nicht überraschen, daß schon bei einem Einfallswinkel von 90 Grad die Koleoptilen sich scheinbar von dem äußeren Licht wegkrümmen: In Wirklichkeit kümmern sie sich nur um die Richtung der inneren Strahlen. Die Wegkrümmung wird bei Vergrößerung des Einfallswinkels immer stärker. Aus Abb. 1c sieht man auch, daß bei 180 Grad Einfallswinkel die inneren Strahlen durch Brechung nach vorn gehen; abgesehen natürlich von dem erheblichen Teil des *diffus* reflektierten Lichtes.

Ich ging bei der Auslegung der Tabelle I von der Annahme aus, daß nur die Richtung des Lichtes für die Krümmungsauslösung verantwortlich ist. Wir können jetzt diese Annahme als bestätigt betrachten. Die Versuche wären ja ganz anders ausgefallen, wenn statt der Lichtrichtung die Intensitätsunterschiede entschieden hätten. In keinem Falle sollte dann positive Krümmung sich eingestellt haben. Auch bei den kleinen Winkeln müßte Wegkrümmung aufgetreten sein, denn die Intensitätsunterschiede sind tatsächlich größer als bei normaler Durchleuchtung, und das Maximum des inneren Lichtabfalls liegt bei einem mittleren Winkel, wo das aufgenommene Licht größtenteils in der helleren Hälfte bleibt, also wo ich die unbedeutendste Reaktion bekam! Die eingetretene Krümmung ist natürlich eine Resultantenkrümmung. Bei gleichen Lichtmengen fällt sie im Medianplan (vgl. HAGEM 1911).

2. Auch andere Versuche wurden gemacht. In folgenden Versuchen beleuchtete ich die Keimlinge tangential, durch einen schmalen, aus einer engen Spalte fließenden Lichtstrahl. Am Klinostaten wurde dann die Krümmungsrichtung beobachtet. Bisher wurden allerdings nur zwei Versuche mit sechs Pflanzen gemacht; dieselben fielen aber sehr eindeutig aus und zwar zugunsten der Richtungstheorie. Wenn wir in Übereinstimmung mit Abb. 2 unter a die Einfallsrichtung des Lichtes, unter b die hierauf senkrechte Richtung verstehen, so läßt sich das Ergebnis folgendermaßen darstellen:

Tabelle II.

**Tangentialbeleuchtung (s. Abb. 2): 16 K., 50 Cm., 30 Sek.
Mittlere Abweichung nach 4 St. in Richtung a: 42,5 Grad,
in Richtung b 7,5 Grad.**

Die gekrümmten Koleoptilen bildeten also mit der Einfallsrichtung des Lichtes einen Winkel von nur 7,5 Grad. Dies ist sogar weniger als man von dem inneren Strahlengang warten sollte. Bei einem Einfallswinkel von 60 Grad ist die Ablenkung des Lichts etwa 24 Grad. Der Versuch beweist jedenfalls, daß der Lichtabfall nichts bedeutet. Denn die Krümmung müßte letztenfalls ganz nach b oder sogar (da durch Streuung etwa die in Abb. 2 schraffierte Zone leuchtet) schräg nach hinten gerichtet sein. — Dieser Versuch wurde neulich auch von NIENBURG (1918) gemacht. Seine Methodik läßt aber manches zu wünschen übrig. Er hat die Lichtbrechung nicht berücksichtigt. Übrigens scheint nach seiner Abb. 1 (S. 494) die Krümmungsrichtung nicht sehr von der von

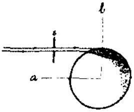


Abb. 2.

Abb. 3.

mir gefundenen abzuweichen. Die Resultate berechtigen gar nicht zu der Schlußfolgerung, die NIENBURG aus ihnen zieht.

3. Noch auf eine dritte Weise habe ich das Problem behandelt. Durch einen eigens konstruierten Apparat war es mir möglich, von oben her zwei getrennte, aber parallele Lichtbündel von gegenseitig veränderlicher Stärke auf die Koleoptile anzubringen (siehe Abb. 3). Die Bündel sind durch eine dünne Scheidewand getrennt; alles wird mikrometrisch eingestellt. Mittels dieses Apparates ließ sich also der bei normaler Querbeleuchtung vorfindliche Lichtabfall bei Längsbeleuchtung nachahmen. Erstgenannter Lichtabfall dürfte bei *Avena* recht unbedeutend sein (bei *Helianthus*-Keimstengeln ist nach BLAAUW (1915 S. 522) die Hinterseite etwa $3^1/_2$ mal dunkler als die Vorderseite). In einer Reihe von sieben Versuchen mit 35 Pflanzen wurde ein Intensitätsverhältnis von 0,81 : 0,49 gewählt (16 K., 70 bzw. 90 Cm.).

Tabelle III.

Zweiseitige Beleuchtung von oben im Verh. 81 : 49.
Expos. 6 – 45 Sek. Klinostat.

Reaktion nach der stark beleuchteten Seite	4	Stück	11 %
„ „ „ schwach „ „	7	„	20 %
Keine Reaktion	24	„	69 %

Das Ergebnis ist für die Intensitätstheorie sehr ungünstig. Obwohl die Exposition nach dem normalen Maß gerichtet wurde, sind die meisten Pflanzen gerade geblieben und die gekrümmten scheinen *keine Richtung zu bevorzugen*. Auch bei stärkerem Intensitätsabfall wird das Ergebnis dasselbe. In drei Versuchen, mit 14 Pflanzen, war die eine Seite ganz verdunkelt, während die andere von oben mit 25 Meterkerzen bestrahlt wurde.

Ergebnis:

Reaktion nach der beleuchteten Seite	3	Stück	21 %
„ „ „ dunklen „	1	„	7 %
Keine Reaktion	10	„	62 %

Hier ist die beleuchtete Seite ein wenig bevorzugt. Man hat aber nochmals an die Brechungsverhältnisse zu denken: Das senkrecht von oben herunterstrahlende Licht wird in der Koleoptilenspitze etwas nach innen abgelenkt, dürfte deshalb tropistisch nicht ganz unwirksam sein. Wie wenig es bedarf, um eine Krümmung auszulösen, geht ja schon aus den Versuchen NOACKs (1914) und ARISZ (1915) hervor: Sie erzielten Reaktion schon bei einem Einfallswinkel von 15 Grad. In einem Versuch mit meinem erwähnten Apparat zeigten von sechs Koleoptilen zwei Reaktion, als eine Hälfte der Koleoptilenspitze 15 Grad von hinten belichtet wurde. Bei solchen Versuchen hat man auch, wie betreffs der ersten Versuchsserie, daran zu denken, daß die beleuchtete Hälfte selbst Licht nach der dunklen Seite reflektiert. Wäre der Intensitätsabfall auslösender Faktor, würde aber selbstverständlich das Resultat ganz anders aussehen.

Auf drei verschiedenen Wegen bin ich also zu demselben Ergebnis gekommen. In der vorsichtigsten Formulierung lautet es: **Lichtmengen, die innerhalb des Bereichs der sogen. ersten positiven Krümmung liegen, wirken tropistisch reizend auf *Avena*-Koleoptilen nur, insofern sie als Strahlen die Längsachse der Koleoptile schneiden.** Da ich, wie eingangs gezeigt, den bisherigen Beweisen für die Lichtabfallstheorie

keine entscheidende Bedeutung zulegen kann[1]), so gewinnt die SACHS-FITTINGsche Theorie durch meine Versuche im Gegenteil eine erhebliche Stütze. Sie sind zwar mit wenig Material ausgeführt, aber eindeutig ausgefallen. Weit davon, endgültig zugunsten der Lichtabfallstheorie entschieden zu sein, wie jüngst mehrere Forscher behauptet haben, ist die Frage der Reizperzeption im Gegenteil sehr einer gründlichen, methodisch einwandfreien Erforschung bedürftig. Ich hoffe, im obigen gezeigt zu haben, auf welchen Wegen entscheidende Resultate zu erlangen sind.

Lund, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität, Ende Mai 1919.

1) Ich kann gar nicht einsehen, daß, wie neulich STARK (1919 S. 202) behauptet, durch die Auffindung des sogen. Resultantgesetzes der Streit geschlichtet wäre. Dieses Gesetz ist nur ein Fall des Gesetzes von Proportionalität zwischen Reizmenge und Reaktionsstärke und besagt nichts über die Art der Perzeption.

Zitierte Literatur.

ARISZ, Rec. trav. bot. neerl. XII. 1915.

BLAAUW, Zeitschr. für Bot. 1914, 1915; Meded. v. de Landbouwhoogeschool XV. 1918.

FITTING, Jahrb. f. wiss. Bot. XLIV. 1907.

HEILBRONN, Ber. d. D. Bot. Gesellsch. 1917.

LUNDEGÅRDH, Lunds Universitets årsskrift. N. F. 2. Bd. 13. 1917.

MAST, Light an the behaviour of organisms. 1911.

NIENBURG, Ber. d. D. Bot. Ges. 1918. H. 8.

NOACK. Zeitschr. f. Bot. 1914.

PAAL, Jahrb. f. wiss. Bot. 58. H. 3. 1918.

STARK, Naturw. Wochenschr. 1919.

29. Otto Gertz: Über einen neuen Typus stomatärer Thyllenbildung nebst anderen Beobachtungen zur pathologischen Anatomie des Spaltöffnungsapparates bei Paeonia paradoxa.

(Mit 10 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 5. Juni 1919.)

Bei den Ranunculaceen treten bekanntlich Spaltöffnungen häufig an den Pericarpien auf, bei einzelnen Gattungen sowohl an der äußeren als an der inneren Seite derselben. Dies trifft z. B. bei *Paeonia* zu, wo die Spaltöffnungen an der Innenseite der Fruchtwand ein besonderes Interesse darbieten. Bei einer von mir näher untersuchten Art, *Paeonia paradoxa* Anders. f. *leiocarpa*, zeigen sie auf der Außenseite im wesentlichen normale Gestaltung und gewöhnliche Größe; doch treten sie bisweilen in Gruppen als Zwillings- bzw. Drillingsspaltöffnungen auf. An der Innenseite des Pericarpiums, wo Spaltöffnungen in größerer Anzahl vorhanden sind, treten sie bei mikroskopischer Untersuchung — infolge mangelnder Anthocyanfärbung ihrer Zellen — als farblose Felder unter den anthocyanführenden Epidermiszellen auf. Die Stomazellen enthalten Stärke in Form zusammengesetzter, gewöhnlich pentarcher Körner. An der reifenden, fleischigen Kapsel erreichen die betreffenden, an der inneren Wand vorhandenen Spaltöffnungen eine riesenhafte Größe, was damit in Zusammenhang steht, daß sie sehr frühzeitig, schon während des Blühens, angelegt werden und sich beim beträchtlichen nachträglichen Wachstum des Fruchtknotens — die reife Kapsel erreicht bei dieser *Paeonia*-Art eine Länge von mehr als einem Dezimeter — ausdehnen und dann in verschiedenen Richtungen hin Verunstaltungen unterliegen. Aus der allgemeinen Längsstreckung des Gewebes erfolgt, daß die Spaltöffnungen, wie erwähnt, kolossale Dimensionen (bis zu 140 μ) annehmen. Die Spalte steht in der Regel, wie bei den Hydathoden, weitgeöffnet (Abb. 1); es sei übrigens dahingestellt, ob diese Gebilde, die zwar auch in vielen anderen Hinsichten an Hydathoden erinnern, Pneumathoden darstellen oder als Wasserspalten fungieren. Verunstaltungen hinsichtlich des Baues kommen, im Zu-

sammenhang mit der Gewebestreckung, nicht selten vor, und abnorme Entwicklung der Spaltöffnungen ist hier eine allgemeine Erscheinung. Die Schließzellen, die sich überhaupt durch große, kräftig entwickelte Zellkerne und durch veränderte Form — sie sind an ihren Rändern uneben, mehr oder weniger gelappt — auszeichnen, wurden in einem Falle in der Mitte sanduhrähnlich verdünnt und an den Enden ausgebreitet gefunden (Abb. 2). Liegen die Spaltöffnungen mit ihrer morphologischen Längsachse parallel zu den schlauchförmig gestreckten Epidermiszellen, so

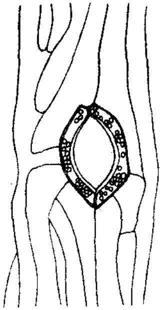


Abb. 1.

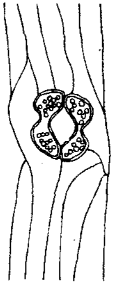


Abb. 2.

nehmen die Schließzellen eine entsprechende, in die Länge gestreckte Gestaltung an. Zuweilen wird die Spaltöffnung asymmetrisch, indem die eine Schließzelle stärker heranwächst und sogar die doppelte Länge der anderen erreicht (Abb. 3—5). Daneben habe ich einen Fall beobachtet, wo sich, außer der ordinären Spalte, eine zweite vorfand, die dadurch zustande gekommen war, daß die eine Stomazelle, infolge Hypertrophierung, zwischen den angrenzenden Epidermiszellen hyphenartig hervorgedrungen war und sich in ihrem freien Teil von der seitlich angrenzenden Nachbarzelle durch eine Interzellulare abgegrenzt hatte (Abb. 4). Es kommt aber auch vor, daß die Zellenstreckung während des Fruchtreifens nicht in die Länge der Spaltöffnung, sondern senkrecht oder schief zur morphologischen Längsachse derselben erfolgt.

Bei schräger Orientierung dieser Achse kommen noch abweichendere Formen zustande. Die Schließzellen werden von einander verschoben, und zwar zuweilen so kräftig, daß ihre Verbindung an dem einen oder anderen Pole des Spaltöffnungsapparates aufgehoben wird. Es kommt ferner häufig vor, daß die Querachse des Spaltöffnungsapparates wegen der Spannung in der Querrichtung die Längsachse desselben ganz beträchtlich (Abb. 6), in extremen Fällen sogar fünfmal, übertrifft. Die Spalte dehnt sich dann in dieser Richtung aus und die Stomazellen verändern in entsprechen-

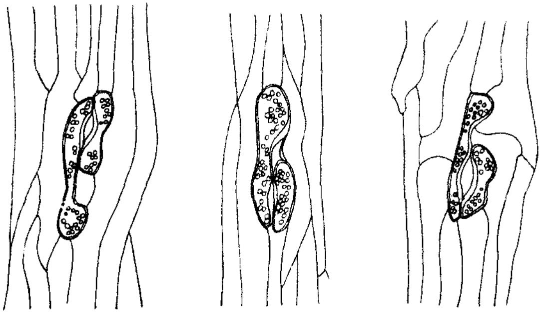


Abb. 3. Abb. 4. Abb. 5.

der Weise ihre Form bis zur Unkenntlichkeit, was die einen derartigen extremen Fall darstellende Abb. 7 veranschaulicht. Diese Ausdehnung in der Querrichtung führt ferner dahin, daß sich die Stomazellen mehr oder weniger voneinander trennen. Daneben treten an den in der Verlängerung der Spalte liegenden Zellwänden Risse auf. Unter den bei *Paeonia paradoxa* beobachteten Varianten dieser Anomalie sei ein Fall erwähnt, wo infolge der Isolierung der Schließzellen und Aufreißung der in die Verlängerung der Spalte verlaufenden Wand sich die Spalte abnorm vergrößert und die doppelte Länge erreicht hatte (Abb. 8). Es ist ferner den obwaltenden Spannungsverhältnissen zuzuschreiben, daß sich die Spaltöffnungen an der auswachsenden Frucht oft asymmetrisch entwickeln, indem z. B. die beiden, einer und derselben Spalt-

öffnung angehörenden Zellen verschiedene Gestaltung und Größe annehmen. Auf einige derartige Fälle habe ich schon im vorigen (Abb. 3—5) hingewiesen. Spaltöffnungsanomalien der oben besprochenen Art treten auch bei anderen *Paeonia*-Arten, wie z. B. *Paeonia rugosa*, auf.

Am bemerkenswertesten erschien jedoch folgender, bei *Paeonia paradoxa* beobachteter Fall (Abb. 9), der sich auf einen eigentümlichen, thylloiden Verschluß der Stomaspalte bezieht. Die Stomaspalte

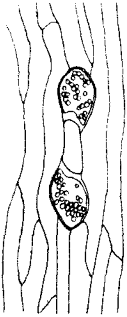


Abb. 6.

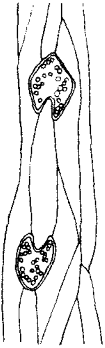


Abb. 7.

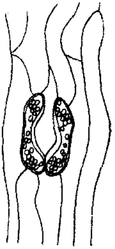


Abb. 8.

hatte hier eine riesenhafte Größe angenommen und war infolgedessen weit geöffnet; daneben hatten sich die Schließzellen in einem Pole ganz voneinander getrennt. Die Thyllenbildung ist, wie Abb. 9 ergibt, zweierlei Art. Die Wunde war nämlich erstens durch eine benachbarte Epidermiszelle ausgeheilt worden, die eine Thyllenblase in die Interzellulare getrieben hatte, anderseits war auch eine thyllenartige Aussackung der unteren Stomazelle eingetreten. Diesem anomalen Typus reiht sich meiner Ansicht nach gewissermaßen folgende, in einem Falle beobachtete Anomalie an (Abb. 10). Die riesenhaft verlängerten Spaltöffnungszellen hatten auf ihrer Bauchseite je einen Fortsatz getrieben und die Stomaspalte dadurch in zwei voneinander getrennte Räume geteilt.

Offenbar liegt nämlich hier eine Sprossung derselben Art, wie im vorigen Falle nur an der einen Stomazelle, vor, eine Sprossung, die aber in diesem Falle zur Aussteifung der vergrößerten Spalte zu dienen scheint[1]).

Eine Erscheinung der letzterwähnten Art — eine von der Stomazelle herrührende Thyllenbildung — ist bisher nicht beobachtet worden und stellt in der Tat ein in der Pflanzenanatomie allein dastehendes Verhalten dar. Die in der Literatur erwähnten Fälle stomatärer Thyllenbildung gehören bekanntlich zwei Typen

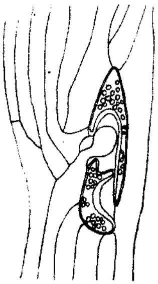


Abb. 9.

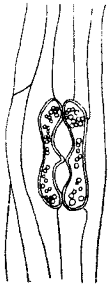


Abb. 10.

an. Einerseits wird die Atemhöhle durch thyllenförmig hervorgewölbte Mesophyllzellen verstopft. Während es sich also bei diesem Typus, der schon im Jahre 1881 von SCHWENDENER, bei älteren Blättern von *Prunus Laurocerasus* und *Camellia japonica*, beschrieben und dann von MOLISCH, MÖBIUS, HABERLANDT,

1) An Pflanzenresten der rhät-liassischen Zeit aus Bornholm hat NATHORST bei einer Cycadophyte, *Dictyozamites Johnstrupi*, an der Kutikula des Spaltöffnungsapparates eigenartige Strukturverhältnisse nachgewiesen, die einigermaßen an das oben bei *Paeonia paradoxa* beschriebene erinnern und offenbar eine stomatäre Verstopfungseinrichtung darstellen. Nähere von mir unternommene Untersuchungen haben ergeben, daß es sich wahrscheinlich in diesem Falle um knotenförmige Kutikularverdickungen der äußeren Atemhöhle handelt. Meiner Ansicht nach ist der betreffende Fall mit einem von MENZ bei *Melaleuca acerosa* nachgewiesenen analog.

KÜSTER, HOLDEN, WARNCKE, VOUK, BUKVIC u. a. Forschern bei vielen anderen Pflanzen nachgewiesen wurde, um hypertrophierende Grundgewebezellen handelt, liegt anderseits nach HABERLANDT und MIEHE bei *Tradescantia virginica* und *Tradescantia viridis* ein anderer Typus vor, indem hier die die Schließzellen umgebenden Epidermiszellen bzw. die Nebenzellen auswachsen und die Atemhöhle verstopfen. Als dritter Typus reiht sich an diese der von mir beobachtete Fall *Paeonia paradoxa* an, wo die Thyllenbildung sowohl durch eine Aussackung der angrenzenden Epidermiszelle nach dem *Tradescantia*-Typus als auch durch einen beutelförmigen Auswuchs der Stomazelle selbst bedingt wird.

In einer im Jahre 1916 erschienenen Arbeit habe ich die diesbezüglichen, bis dahin in der Literatur erwähnten Fälle stomatärer Thyllenbildung zusammengestellt und im Anschluß dazu noch einen, nicht näher untersuchten Fall, *Hakea acicularis*, eingehend beschrieben. Betreffs dieser Pflanze wurde gleichzeitig von VISCHER dasselbe Verhalten an den Primordialblättern beschrieben. In den letzten Jahren sind noch weitere Fälle dieser Anomalie des Spaltöffnungsapparates bekannt geworden, und daneben auch einige diesbezüglichen, bisher übersehenen Literaturangaben ans Licht gezogen worden. Im folgenden werden diese Angaben in aller Kürze zusammengestellt

Bei *Eucalyptus globulus* beobachtete BRIOSI ausnahmsweise in die Atemhöhle der Spaltöffnungen hineinwachsende und diese verstopfende chlorophyllfreie, kristallführende Mesophyllzellen. Ein mit diesem gewissermaßen übereinstimmendes Verhalten — welches jedoch aus gewissen Gründen vielleicht zu bezweifeln wäre — erwähnt GEIGER bei *Pilocarpus*. Stomatäre Thyllen sind ferner bei *Tillandsia* (BILLINGS), gewissen Bromeliaceen (LINSBAUER), bei *Evonymus*-Arten und *Catha edulis* (REHFOUS), *Polygonum viviparum* (VOSS) und bei *Griselinia* (POULSEN) bekannt[1]). Die letzterwähnte Pflanze stellt nach POULSEN einen sehr bemerkenswerten Fall dar, indem die thyllenbildenden Zellen septiert sind und einen kompakten, substomatären Gewebekomplex erzeugen. Noch weitere Fälle liegen nach RUDOLPH, GUTTENBERG und HRYNIEWIECKI bei *Caryota mitis* bzw. *Arbutus Unedo* — wo oft eine wiederholte Septierung der Thyllenzelle eintritt — sowie bei *Meryta Denhamii* vor, welche

1) NEUMANN-REICHARDT beschreibt einen Fall thylloiden Verschlusses bei Hydathoden. An Blättern von *Cyclamen*, die eine längere Zeit in trockener Zimmerluft gehalten sind, werden die Wasserspalten durch thyllenförmige Hervorwölbung einer oder mehrerer Nebenzellen in die Wasserhöhle verstopft.

Pflanze eine lokale Verdickung der Thyllenwand zeigt, wo diese der Spalte anliegt, und somit gewissermaßen eine Sklerotisierung stomatärer Thyllen aufweist. Nach CHARLIER kommen bei *Homogyne ferruginea* und *Bassia Fraseri* Spaltöffnungen mit stomatären, vom Mesophyll herrührenden Thyllen vor, die auch in vielen Fällen septiert sind und eine ähnliche Neigung zu lokaler Sklerifizierung, wie bei der oben beschriebenen *Meryta*, aufweisen. Bei *Geranium* hat RAUNKIAER schon vor Jahren eine thylloide Zustopfung der an den Samenschalen auftretenden Spaltöffnungen beschrieben. Schließlich sei hinzugefügt, daß ich stomatäre Thyllenbildung bei noch zwei Pflanzen beobachtet habe, nämlich *Funckia undulata*, an den chlorophyllfreien Feldern panaschierter Blätter, und *Rhamnus cathartica* an den durch *Trichopsylla Walkeri* verursachten Blattgallen.

Eine eingehende Beschreibung der hier erörterten Verhältnisse erscheint in schwedischer Sprache an der Hand weiterer Untersuchungen zur pathologischen Entwicklung des Spaltöffnungsapparates in Kungl. Fysiografiska Sällskapets in Lund Handlingar, Bd. 39, 1919. (Lunds Universitets Årsskrift, II, 1919.)

Lund, pflanzenphysiologisches Institut, Oktober 1918.

Die Abbildungen 1—10, die sich sämtlich auf *Paeonia paradoxa* Anders. *f. leiocarpa* beziehen, stellen Tangentialschnitte durch die Innenseite des Pericarpiums dar. Betreffs der Figurenerklärung vgl. den Text. Vergröß. 170.

Literatur.

F. H. BILLINGS, A study of *Tillandsia usneoides*. (The Botanical Gazette. Vol. XXXVIII. 1904. S. 99.)

G. BRIOSI, Intorno all' anatomia delle foglie dell' *Eucalyptus globulus* Lab. Milano 1891.

A. CHARLIER, Contribution à l'étude anatomique des plantes à guttapercha et d'autres Sapotacées. Thèse. Paris 1905.

H. GEIGER, Beiträge zur pharmakognostischen und botanischen Kenntnis der Jaborandiblätter. Inaugural-Dissertation. Zürich 1897.

O. GERTZ, Untersuchungen über septierte Thyllen, nebst anderen Beiträgen zu einer Monographie der Thyllenfrage. (Lunds Universitets Årsskrift N. F. Avd. 2. Bd. 12. Nr. 12. Lund 1916.)

H. V. GUTTENBERG, *Anatomisch-physiologische Untersuchungen über das* immergrüne Laubblatt der Mediterranflora. (Botan. Jahrb. f. Syst., Pflanzengesch. u. Pflanzengeogr. XXXVIII. Bd. 1907. S. 383.)

B. HRYNIEWIECKI, Anatomische Studien über die Spaltöffnungen bei den Dikotylen. (Bulletin Internat. de l'Académie des scienc. de Cracovie. Cl. des sc. math. et nat. Série B. 1912. S. 586.)

K. LINSBAUER, Zur physiologischen Anatomie der Epidermis und des Durchlüftungsapparates der Bromeliaceen. (Sitzber. d. Ak. d. Wiss. Math.-naturw. Kl. CXX. Bd. Abt. I. Wien 1911. S. 819.)

J. MENZ, Über die Spaltöffnungen der Assimilationsorgane und Perianthblätter einiger Xerophyten. (Sitzber. d. Ak. d. Wiss. Math.-naturw. Kl. CXIX. Bd. Abt. I. Wien 1910. S. 38.)

A. G. NATHORST, Paläobotanische Mitteilungen. 2. Die Kutikula der Blätter von *Dictyozamites Johnstrupi* Nath. (Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Bd. 42. n:o 5. Stockholm 1907.)

E. NEUMANN-REICHARDT, Anatomisch-physiologische Untersuchungen über Wasserspalten. (Beitr. z. Allgemeinen Botanik. I. Bd. 8. Heft. Berlin 1917. S. 301.)

V. A. POULSEN, Om Spalteaabningerne hos *Griselinia litoralis* Raoul og *Campanula Vidalii* Wats. (Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorisk Forening i Kjöbenhavn. Bd. 67. 1916. S. 137.)

C. RAUNKIAER, Fröskallens bygning og udviklingshistoria hos Geraniaceerne. (Botanisk Tidsskrift. Bd. 16. Kjöbenhavn 1888. S. 152.)

L. REHFOUS, Les stomates des Célastracées. (Bulletin de la Société botan. de Genève. 2 me série. Vol. VI. 1914. S. 13.)

— —, Les stomates du *Thea sinensis* et une nouvelle méthode pour reconnaître des falsifications du the. (Bulletin de la Société botan. de Genève. 2 me série. Vol. VIII. 1916. S. 24.)

K. RUDOLPH, Der Spaltöffnungsapparat der Palmenblätter. (Sitzber. d. Ak. d. Wiss. Math.-naturw. Kl. CXX. Bd. Abt. I. Wien 1911. S. 1049.)

W. VISCHER, Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Jugend- und Folgeformen xerophiler Pflanzen. (Flora. 108. Bd. S. 1.)

G. VOSS, Über Unterschiede im anatomischen Bau der Spaltöffnungen auf Ober- und Unterseite der Laubblätter einiger Dikotylen. (Beihefte z. Botan. Centralbl. Bd. XXXIII. I. Abt. 1917. S. 71.)

30. F. Laibach: Zur Kenntnis der Gattung Septoria.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 16. Juni 1919.)

Es gibt zwei Wege, um die Zusammenhänge der Fungi imperfecti mit ihren höheren Fruchtformen festzustellen: man kann entweder von der Konidien- oder von der Schlauchfruchtform ausgehen und versuchen, von der einen oder anderen Seite aus den vollen Entwicklungsgang des untersuchten Pilzes zu erhalten. Ich hatte schon im Jahre 1914 eine Reihe von *Septoria*-Arten zwecks Versuchen zur Gewinnung der Hauptfruchtformen und zwecks vergleichender Untersuchungen auf Grund der Reinkultur und des Infektionsversuches gesammelt. Die gerade begonnene Arbeit wurde aber damals durch den Ausbruch des Krieges unterbrochen und konnte erst im Jahre 1917 wieder aufgenommen werden. Da in allen bisher genauer bekannt gewordenen Fällen als Hauptfruchtformen der Septorien Arten der Gattung *Mycosphaerella* festgestellt wurden[1]), so zog ich auch einige von mir gesammelte Mycosphaerellen in den Kreis der Untersuchung hinein[2]). Über diejenigen, bei denen sich herausstellt, daß sie nicht mit *Septoria*-Arten im Zusammenhang stehen, soll besonders berichtet werden.

Da die ausführliche Veröffentlichung wegen mancherlei mit den Zeitverhältnissen im Zusammenhang stehender Hemmungen sich noch etwas verzögern wird, so stelle ich die bisher gewonnenen Resultate hier kurz zusammen.

1) Inzwischen hat KLEBAHN (Haupt- und Nebenfruchtformen der Askomyzeten, Leipzig 1918) die Zugehörigkeit der *Septoria rosae* Desm. zu *Sphaerulina Rehmiana* Jaap, die aber gewissen Mycosphaerellen sehr nahe stehen soll, nachgewiesen.

2) Bisher wurden untersucht und in Reinkultur gezüchtet von *Septoria*-Arten: *S. apii* (Br. et Cav.) Chester, *S. chelidonii* Desm., *S. humuli* Westend., *S. Lamii* Pass., *S. oenotherae* Westend., *S. petroselini* Desm., *S. rubi* Desm., *S. scabiosicola* Desm., *S. stachydis* Rob. et Desm., *S. stellariae* Rob. et Desm., *S. urticae* Desm. et Rob.; (in Aussicht genommen sind weiter noch: *S. convolvuli* Desm., *S. helosciadii* n. sp?, *S. polygonorum* Desm., *S. salviae* Pass.); von *Mycosphaerella*-Arten vorläufig zwei Arten von *Sorbus aucuparia* [*M. topographica* Sacc. et Speg. und *M. punctiformis* (Pers.) Schroeter], eine Art von *Acer* [*M. latebrosa* Cooke] und einige andere.

Es konnte zunächst der Zusammenhang von *Septoria rubi* Desm. mit einer auf überwinterten Blättern von *Rubus caesius* erhaltenen *Mycosphaerella*, die der *Mycosphaerella idaeina* (Haszl.) Lindau nahe zu stehen scheint, deren Bestimmung ich aber noch von der Untersuchung einiger weiteren Exsikkate abhängig machen möchte, durch folgende Beobachtungen einwandfrei erwiesen werden:

1. Durch Überwinterung *Septoria*-kranker *Rubus*-Blätter wurde im Frühjahr regelmäßig die *Mycosphaerella* erhalten, auf gesund gewesenen Blättern entstand das Askomyzet nie.

2. Reinkulturen aus Askosporen und Konidien verhielten sich mikroskopisch und makroskopisch völlig gleich. Abgesehen von der Übereinstimmung des Myzels, wurde insbesondere bei beiden die Bildung *Septoria*-artiger Konidien an freien Hyphen sowie direkt an keimenden Konidien und Askosporen beobachtet. In älteren Reagenzglas-Kulturen, sporogenen wie konidiogenen, die bei gleichem Alter voneinander nicht zu unterscheiden waren, kam es zur Bildung von Pykniden, die mitunter tropfenweise die *Septoria*-Konidien ausstießen.

3. Infektionsversuche mit sporogener Reinkultur entstammenden Konidien ergaben auf Blättern von *Rubus caesius* Vollinfektionen, die durch die Fleckenbildung sowie durch die reichlich entstandenen Pykniden und Konidien mit den von *Septoria rubi* verursachten völlig übereinstimmten. Bei einem mit Askosporen vorgenommenen Versuch wurde nur eine schwache Infektion erzielt. Ihm konnte zunächst auch deshalb keine volle Beweiskraft zugesprochen werden, weil ein zweiter mit der *Mycosphaerella* vergesellschafteter Askomyzet, der allerdings später durch seine gänzlich verschiedenen Reinkulturen als sicherlich nicht zur *Septoria* gehörig erkannt wurde, seine Askosporen gewöhnlich mitausschleuderte. Außerdem fanden sich auf den überwinterten Blättern häufig *Septoria*-Pykniden, die im Frühjahr (bis in den Juni hinein) völlig keimfähige und infektionstüchtige Konidien enthielten und zeitweilig in Ranken austreten ließen. Die Neuinfektion ist also in der Natur sowohl durch Askosporen wie durch Konidien gewährleistet.

Für die übrigen Septorien konnten Hauptfruchtformen nicht gefunden bzw. bei einzelnen die Zusammenhänge noch nicht einwandfrei klargelegt werden. Bei vielen Arten werden anscheinend Schlauchfrüchte überhaupt nicht gebildet. Wenigstens wurden sie auf den zur Überwinterung wiederholt ausgelegten Blättern ebensowenig gefunden wie auf den im Frühjahr zu verschiedenen Zeiten im Freien aufgesammelten, vorjährigen Blättern, auf denen

die *Septoria*-Flecken noch zu erkennen waren, trotzdem hier die Neuinfektion der betreffenden Pflanzen regelmäßig erfolgte. In diesen Fällen kommt die Entwicklung der Konidien im Herbst nicht zum Abschluß, wie bisher angenommen wurde [*S. piricola* [1]), *S. apii* [2])], vielmehr werden, wie ich in einem Falle schrittweise verfolgen konnte, auf den abgefallenen, überwinterten Blättern weiter neue Pykniden gebildet, die im Frühjahr reichlich Konidien erzeugen und so die Erhaltung des Pilzes auch dann sicherstellen, wenn es nicht zur Bildung von Schlauchfrüchten kommt.

In der Reinkultur zeigten sämtliche untersuchten *Septoria*-Arten trotz großer Übereinstimmung in vieler Hinsicht doch scharfe und deutlich erkennbare Unterschiede; selbst makroskopisch waren die Kulturen ohne weiteres auseinander zu halten, wenn auch manche einander mehr glichen als anderen. Hinsichtlich der Bildung der Konidien an freien Hyphen ließen sich zwei Gruppen unterscheiden, solche, die unter keinerlei Bedingungen dazu zu bringen sind, und solche, die willig dazu schreiten. Bei letzteren ist die freie Konidienbildung abhängig vom Nährboden, insofern als sie auf nährstoffreichem Substrat, falls es dem Pilz in genügender Menge zur Verfügung steht (Aussaat nur weniger Konidien), gänzlich unterdrückt werden kann, während sie auf nährstoffarmem (reinem Wasser, Agar ohne Zusatz, Dichtsaat bei Verwendung von wenig Nähragar) *zeitlich und quantitativ sehr gefördert wird. Ob auch der* Zutritt der Luft, wie KLEBAHN [3]) annimmt, dabei eine Rolle spielt will ich vorläufig unentschieden lassen. Pykniden werden in der Reinkultur (häufig schon im Hängetropfen der feuchten Kammer) von vielen Arten gebildet; zur regelmäßigen Ausscheidung von Konidien in Tropfenform kommt es jedoch nur bei einem Teil.

Von *Septoria apii* konnten von Sellerieblättern, die mir durch ihr verschiedenes Krankheitsbild auffielen, durch Klonzüchtung zwei Stämme isoliert werden, von denen der eine in der Reinkultur ein sehr beschränktes Flächenwachstum aufwies, stark zur Bildung von Konidien an freien Hyphen neigte und reichlich Pykniden entwickelte, die in Tropfen die Konidien austreten ließen — die bisher in der Literatur beschriebenen Reinkulturen von *Septoria apii* entsprechen offenbar diesem Stamm —, während der zweite eine sehr viel üppigere Myzelentwicklung zeigte bei gänz-

1) EWERT, Die Überwinterung der Sommerkonidien pathog. Ascomyceten etc., Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., 1910, S. 129 ff.

2) z. B. KLEBAHN, H., Krankheiten des Selleries, ebenda, 1910, S. 18 u. a.

3) a. a. O., S. 20.

licher Unterdrückung der freien Konidienbildung und viel spärlicherer Produktion von Pykniden, die nur selten die Konidien in Tröpfchen ausschieden. Diese zweite, von den Mykologen offenbar bisher übersehene Form erhielt sich bisher durch viele Generationen schon 1½ Jahre auch nach mehrfachen Passagen durch die lebende Pflanze, auf der sie ein deutlich abweichendes Krankheitsbild hervorruft, völlig konstant. Ich hielt diese beiden Stämme anfangs für getrennte Arten, möchte jedoch aus der neuerdings gemachten Beobachtung, daß sich aus bestimmten Teilen älterer Kulturen des ersten Stammes eine dem zweiten ganz ähnlich sich verhaltende Form gewinnen läßt, schließen, daß dieser als eine Art Dauermodifikation des ersteren aufzufassen ist. Bemerkenswert war dabei noch folgende Beobachtung: wie zwischen den Keimschläuchen einer Konidie oder zweier zu demselben Stamm gehörenden leicht und häufig Fusionen stattfinden, die zu einer völligen Verschmelzung der beiden Myzelteile führen, so beobachtet man ähnliche fusionsartige Anlehnungen zweier Hyphenäste auch bei der Keimung von Konidien der beiden verschiedenen Stämme, ohne daß allerdings bisher eine ebenso vollkommene Verschmelzung hätte konstatiert werden können. Eine solche Neigung zu Fusionen konnte aber bei Mischkulturen mit anderen *Septoria*-Arten im Hängetropfen nicht beobachtet werden, außer bei solchen mit der der *Septoria apii* am nächsten verwandten *Septoria petroselini*, die sich in dieser Hinsicht zu den beiden Stämmen verhält, wie diese zueinander. Vielleicht gibt uns einmal diese Fusionsbildung ein Mittel an die Hand, um in Zweifelsfällen die verwandtschaftlichen Beziehungen zweier Formen nachzuprüfen.

Die Spezialisierungserscheinungen in der Gattung *Septoria* scheinen eine ähnliche Mannigfaltigkeit aufzuweisen, wie sie aus anderen Pilzgruppen bekannt ist. So ergaben die bisher angestellten Infektionsversuche für *Septoria apii* eine scharfe Spezialisiernng auf Sellerie[1]), dagegen fand ich *Septoria scabiosicola* ziemlich stark multivor. Konnten doch mit dem von *Knautia arvensis* stammenden Pilz Vollinfektionen auf fünf verschiedenen Dipsaceengattungen (*Cephalaria*, *Dipsacus*, *Knautia*, *Scabiosa*, *Succisa*) angehörenden Arten erzielt werden, während nur die Gattung *Morina* sich als unempfänglich

1) Die Beobachtung KLEBAHNS (Jahrb. d. Hamb. Wiss. Anst., 3. Beiheft, 1912, S. 28.), der auf *Anethum graveolens* und *Daucus carota* eine schwache, auf *Conium maculatum*, *Foeniculum officinale* und *Petroselinum sativum* eine zweifelhafte Infektion erhalten haben will, konnte nicht bestätigt werden. Doch schien er selbst dem einzigen angestellten Versuch keine volle Beweiskraft zuzuschreiben, da er die Wiederholung desselben empfiehlt.

erwies. Ich nehme an, daß auf Grund dieser letzteren Beobachtung eine ganze Reihe als getrennte Arten beschriebener Septorien zusammengezogen werden muß. Vergleichende Exsikkaten-Studien sind zur Entscheidung der Frage noch notwendig.

Die übrigen bisher untersuchten *Mycosphaerella*-Arten wiesen keine Konidienformen auf, die auf einen Zusammenhang mit *Septoria*-Arten schließen lassen. *Mycosphaerella topographica* Sacc. et Speg. auf *Sorbus aucuparia* bildete in Reinkultur frei an den Hyphen einzelne Konidien, die ein mehr *Cercospora*-ähnliches Aussehen haben, weshalb sie wohl, soweit sich das bis jetzt beurteilen läßt, zu der von KLEBAHN aufgestellten Sektion *Cercosphaerella* zu stellen sein wird. Eine auf denselben Blättern vorkommende *Mycosphaerella punctiformis* verhielt sich entsprechend den bisher näher bekannt gewordenen Vertretern dieser Sammelart.

Zum Schlusse möchte ich nicht verfehlen, Herrn Geh. Regierungsrat Prof. Dr. MÖBIUS für die mir liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellten Mittel des Instituts und für das meinen Arbeiten entgegengebrachte Interesse meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Frankfurt a. M., den 15. Juni 1919. Botanisches Institut der Universität.

31. Bruno Schröder: Beiträge zur Kenntnis der Algenvegetation des Moores von Groß-Iser.

(Mit Tafel II.)

(Eingegangen am 20. Juni 1919.)

Innerhalb der montanen Region der Sudeten (500—1200 m) trifft man in fast gleicher Höhenlage (750—850 m) im Südosten, ungefähr in der Mitte und im Nordwesten dieses Gebirgszuges vier ausgedehntere Hochmoore an, nämlich den Moosebruch bei Reihwiesen im Altvatergebirge, die Seefelder bei Reinerz, den Großen See an der Heuscheuer, beide in der Grafschaft Glatz, und die Iserwiese zwischen Schreiberhau und Flinsberg im Isergebirge. Vom Moosebruch gab bereits 1864 NAVE[1]) 37 Algen an, die O. ZACHARIAS[2]) auf 40 erhöhte, indem er *Euglena viridis* Ehrb., *Synura uvella* Ehrb. und *Batrachospermum vagum* Ag. noch hinzufand. KIRCHNER[3]) führte von den Seefeldern 15 Arten auf, von der Iserwiese aber nur eine (*Cosmarium pusillum* Bréb.). J. SCHRÖTER[4]) fügte zu den auf den Seefeldern gefundenen Algen noch *Euastrum insigne* Hass. hinzu, ebenso HIERONYMUS[5]) *Chlamydomyxa labyrinthuloides* Archer. Erst kürzlich hat KAETE REITER[6]) für die Seefelder insgesamt 98 verschiedene Algenarten festgestellt. Der Große See ist durch die Forstkultur nahezu ausgetrocknet und phykologisch völlig unbekannt.

---

1) NAVE, J., Vorarbeiten zu einer Kryptogamenflora von Mähren und Österr.-Schlesien, in: Verhandl. d. naturf. Vereines z. Brünn, Bd. II, Seite 15—58. Brünn 1864.

2) ZACHARIAS, O., Ergebnisse einer zoologischen Exkursion in das Glatzer-, Iser- und Riesengebirge, in: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 43, Seite 257. Leipzig 1886.

3) KIRCHNER, O., Algen, in: COHN, F., Kryptogamenflora von Schlesien, Bd. II, 1. Hälfte. Breslau 1878.

4) SCHRÖTER, J., Neue Beiträge zur Algenkunde Schlesiens, in: 61. Jahresber. d. Schles. Gesellsch. f. vaterl. Kultur (1883), Seite 188—190. Breslau 1884.

5) HIERONYMUS, G., Zur Kenntnis der *Chlamydomyxa labyrinthuloides* Archer, in: „Hedwigia", Bd. 37, Seite 28 (i. Sep.). Dresden 1898.

6) REITER, K., Die Algenflora der Seefelder unter formationsbiologischen und pflanzengeographischen Gesichtspunkten, in: CONWENTZ, H., Beiträge zur Naturdenkmalpflege, Bd. VI, Heft 2, Seite 181—196. Berlin 1919.

Das Moor von Groß-Iser[1]) zeigt besonders zwei Eigentümlichkeiten, nämlich daß hier das Knieholz unter die Fichtenregion hinabgeht und daß es die regenreichste Gegend in Schlesien ist[2]). Man kann es landschaftlich in drei Abschnitte gliedern. Die nordwestliche Hälfte bildet das waldige Isermoor[3]), ein einsames Revier auf der linken Seite der oberen Großen Iser, das unbewohnt und urwaldähnlich in seinem westlichen Teile mit Fichten, im östlichen mehr mit *Pinus Pumilio* und *Juniperus nana* bewachsen ist. Es weist nur wenig offene Tümpel auf. Die südöstliche Hälfte des Moores, die sich zu beiden Seiten des Lämmerwassers ausbreitet, ist die eigentliche Iserwiese, während am Kobelwasser die Kobelwiese liegt. Letztere beiden Abschnitte sind seit ihrer Besiedelung im 16. Jahrhundert teilweise nutzbar gemacht und in blütenreiches Wiesenland umgewandelt worden, über das vereinzelte silbergraue Holzhäuser malerisch zerstreut liegen.

Ein großer Teil der Iser- und der Kobelwiese ist aber noch wie ursprünglich mit ausgedehnten reinen Knieholzbeständen, die hin und wieder undurchdringliche Dickichte bilden, bedeckt[4]). Zwischen ihren Büschen bemerkt man jedoch häufig auch freiere Stellen mit kleineren oder größeren, flacheren oder tieferen Torftümpeln und Moorlachen, die von Polstern von *Sphagnum*, *Polytrichum* und *Hypnum* mit Cyperaceen, Juncaceen und mykotrophen Sträuchern, wie *Calluna*, *Vaccinium*, *Empetrum*, *Oxycoccus* und *Andromeda*, umgeben sind. *Carex limosa* und *Scheuchzeria* gehen auch auf Schwingrasen in die Moortümpel hinein, ebenso wie *Sphagnum*, *Aulacomnium* und *Drepanocladus submersus* oft den Grund derselben erfüllen. Characeen kamen nicht vor. Der aus den genannten Pflanzen gebildete Torf hat stellenweise eine Mächtigkeit von 3—4 m, wie aus einem Aufschlusse hervorgeht, den das Lämmerwasser an seinem Nordufer östlich der Isermühle eingerissen hat.

1) PARTSCH, J., Schlesien, I. Teil, Seite 104—108, u. II. Teil, Seite 519—522. Breslau 1896 u. 1911.

2) HELLMANN, G., Regenkarte der Provinz Schlesien, Seite 8 u. 12. Berlin 1899.

3) Meßtischblatt Nr. 3006, Tafelfichte, u. Nr. 3007, Flinsberg, Preuß. Landesaufnahme 1884—1911.

4) Mitunter nimmt in der Nähe der Torflachen der *Iserwiese* das Knieholz eine ganz auffallende, am Boden liegende, kaum 1 Fuß hohe Form an, die v. TUBEUF als *forma prostrata* bezeichnete. Sie hat oft nur 1 cm lange, hellgelblichgrüne Nadeln und erinnert in ihrem niedrigen Wuchse lebhaft an japanische Zwergkoniferen. (Siehe v. TUBEUF, C., Vegetationsbilder, in: Naturw. Zeitschrift f. Forst- u. Landwirtschaft, Jahrg. 11, Seite 185. 1910.

Unter dem Torfe lagert ein mehr oder weniger grobkörniger bis steiniger, grauweißer Gneisgranitgruß.

Wer jenes *Cosmarium pusillum* auf der Iserwiese gesammelt hat, geht aus der Algenflora von KIRCHNER nicht hervor und ist auch sonst nicht zu ermitteln, doch gibt LIMPRICHT[1]), der die Moosflora dieses Gebietes untersuchte, das Vorkommen von *Lemania torulosa* Ag. aus dem Flußbette der oberen Großen Iser an überfluteten Felsblöcken an, welcher Standort in die genannte Algenflora nicht mit aufgenommen ist. O. ZACHARIAS besuchte die Iserwiese vornehmlich, um die mikroskopische Tierwelt der dortigen Torftümpel kennen zu lernen. Er fand dabei in den größeren von ihnen *Batrachospermum vagum* Ag.[2]).

Am 30. Mai 1917 kam ich das erste Mal nach Groß-Iser und entnahm im Westen und Nordosten der Isermühle einige Proben. Während des darauffolgenden abnorm trockenen Sommers 1917 war ich am 16. und 17. August ein zweites Mal dort, in der Hoffnung, nun andere und mehr Formen als in dem spät einsetzenden Frühjahre zu finden, was aber beides nicht der Fall war, obgleich ich auch noch weitere Torftümpel im Knieholz westlich der Straße und auf der Kobelwiese auf deren beiden Seiten absuchte. Darauf war ich vom 21.—26. Juli 1918 noch ein drittes Mal in Groß-Iser, um hauptsächlich das waldige Isermoor kennen zu lernen. Alle Proben wurden an Ort und Stelle in Formol konserviert.

Wie die Untersuchung des gesammelten Materials ergab, ist das Isermoor ein Flachmoor, aber die eigentliche Iserwiese, sowie der östliche Teil der Kobelwiese bilden ein typisches Hochmoor, während der westliche Teil der letzteren auf die Große Iser zu ins Zwischenmoor übergeht[3]). Die meiste Ausbeute lieferte das auch räumlich am weitesten ausgedehnte Hochmoor mit seinen vielen Schlenken, Moorlachen und Tümpeln. Am wenigsten war im Flachmoor zu finden, das ärmer an solchen offenen Gewässern ist.

---

1) LIMPRICHT, G., Ergebnisse einiger botanischer Wanderungen ins Isergebirge, in: 49. Jahresber. d. Schles. Gesellsch. f. vaterl. Kultur, Abteil. f. Naturw. u. Medizin 1868/72, Seite 33—47. Breslau 1872.

2) ZACHARIAS, O., Ein Spaziergang nach den Seefeldern bei Reinerz Seite 16. Leipzig 1886.

3) GRUNOW, A., Die Desmidiaceen und Pediastreen einiger österreichischer Moore, in: Verhandl. d. zool. bot. Gesellsch. z. Wien, Bd. VIII, Seite 489—502. Wien 1858. (Hier unterscheidet der Verf. 1. Wiesenmoore der Kalkformation ohne *Sphagnum*, 2. Wiesenmoore von vermittelndem Charakter, in den schon *Sphagnum* vorkommt, und 3. Hochmoore.)

Von makroskopisch sichtbaren Algen bemerkte ich auf einigen Torftümpeln nur ausgedehnte, gekräuselte oder unregelmäßig durcheinander liegende Watten von Fadenalgen, die hell- bis gelblichgrün gefärbt waren. Sie bestanden aus verschiedenen Arten von *Ulothrix* und *Microspora*, zwischen denen sich sterile Oedogonien, *Binuclearia* und Zygnemaceen vorfanden. In solchen Torflachen, die bei der anhaltenden Dürre des Sommers 1917 ausgetrocknet waren, hatten sich aus diesen Algen nicht selten dicke, blaßgrün gefärbte Häute von „Meteorpapier" gebildet, auf deren Bedeutung für die Entstehung der muldenförmigen, später mit Wasser gefüllten Vertiefungen auf den Mooren SCHLENKER[1]) hingewiesen hat. An anderen Stellen war das Meteorpapier, das dort hauptsächlich aus Zygnemaceen (*Mougeotia*, *Mesocarpus*, *Zygogonium* und *Zygnema*) bestand und schmutzigviolett aussah, beim Eintrocknen durch die Sonnenhitze in unregelmäßige, über einen quadratzollgroße Stücke zerrissen, deren Ränder uhrglasartig nach oben gewölbt waren. Auch auf den Seefeldern fanden K. REITER und ich häufig Bildungen dieses Meteorpapiers.

Wo die Torflachen auf ihrer Oberfläche und auf ihrem Grunde von Vegetation aus Moosen oder Fadenalgen frei waren, lag ein feiner, weicher, dunkelbrauner Schlamm auf dem Boden der Lachen, der aus organischem Detritus, beschalten Rhizopoden, einigen Rotatorien und verschiedenen, meist einzelligen Algen zusammengesetzt war. Am häufigsten, aber stets mit anderen Algen vermischt, fanden sich in fast allen Schlammproben folgende Formen, die teilweise auch zwischen Moos vorkamen, nämlich: *Chroococcus turgidus*, *Frustulia saxonica*, *Navicula subtilissima*, *Cylindrocystis Brebissonii*, *Penium Digitus* var. *montanum*, *P. polymorphum*, *Disphinctium Palangula*, *Gymnozyga moniliformis*, *Oocystis solitaria*, *Binuclearia tatrana*, *Microspora bombycina* und *M. floccosa*. Alle anderen gefundenen Algen kamen stets nur ganz vereinzelt oder sehr selten vor. Unter ihnen waren die Desmidiaceen zwar noch am artenreichsten, aber mit Ausnahme von *Cylindrocystis Brebissonii* an Individuen am ärmsten. Hinsichtlich der ausgedrückten Moosproben zeigte es sich, daß diejenigen von *Sphagnum* weitaus algenärmer als die von Hypnaceen waren, worauf übrigens schon SCHMIDT[2]) aufmerksam machte. Bei der Bearbeitung dieser Schlamm- und

1) SCHLENKER, G., Geologisch-biologische Untersuchungen an Torfmooren, in: Mitteil. d. Geol. Abt. d. Württemb. Statist. Landesamtes Nr. 5, Seite 104. Stuttgart 1908.

2) SCHMIDT, M., Grundlagen einer Algenflora der Lüneburger Heide (Diss.), Seite 78. Hildesheim 1903.

Verteilung der Algen des Moores von Groß-Iser.

Nr.	Name	Flachmoor	Zwischenmoor	Hochmoor
	Schizophyceae.			
1.	*Chroococcus helveticus* Naeg.	.	+	+
2.	*Ch. turgidus* Naeg.	+	+	+
3.	*Merismopedia glauca* Naeg.	.	+	+
4.	*M. elegans* A. Br.	.	.	+
5.	*M. tenuissima* Lemm.	.	.	+
6.	*Anabaena augstumalis* Schmidle	.	+	+
7.	*Microchaete tenera* Thur	.	+	+
8	*Hapalosiphon flexuosus* Borzi	.	+	+
	Flagellatae.			
9.	*Salpingoeca amphoridium* J. Clark	.	.	+
10.	*Synura uvella* Ehrb.	.	.	+
11.	*Dinobryon utriculus* (Ehrb.) Kle s	.	.	+
12.	*D. cylindricum* var *palustre* Lemm.	.	.	+
13.	*D. divergens* Imhof	.	+	+
14.	*Euglena* spec.	+	+	+
15.	*Phacus pleuronectes* (O. F. Müll.) Duj.	+	.	.
16.	*Trachelomonas volvocina* Ehrb.	+	.	+
17.	*T. oblonga* Lemm.	+	.	.
	Dinoflagellatae.			
18.	*Glenodinium uliginosum* Schill.	.	+	+
19.	*Peridinium munusculum* Lindem.	.	+	.
	Bacillariaceae.			
20.	*Cyclotella Meneghiniana* Rabh.	.	+	.
21.	*Melosira distans* var. *nivalis* W. Sm.	.	+	.
22.	*Eunotia arcus* (Ehrb.) Rabh.	+	+	.
23.	*Eu. paludosa* Grun.	.	+	+
24.	*Eu. gracilis* var. *minor* Mayer	+	.	.
25.	*Eu. exigua* var. *minuta* (Hilse) Mayer	+	+	+
26	*Eu. pectinalis* Dillw.	+	.	.
27.	*Eu. lunaris* (Ehrb.) Grun.	+	+	+
28.	*Tabellaria flocculosa* var. *ventricosa* (Kütz.) Grun.	+	.	.
29.	*Frustulia saxonica* Rabh.	+	+	+
30	*Navicula subtilissima* Cleve	.	+	+
31.	*Neidium bisulcatum* Lgst.	.	.	+
32.	*Pinnularia interrupta* W. Sm.	.	.	+
33	*P. subcapitata* Greg.	+	.	.
34.	*P. borealis* Ehrb.	+	.	.
35.	*P. nodosa* (Ehrb.) W. Sm.	.	+	.
36	*P. viridis* Ehrb.	+	+	+
37.	*P. Brebissonii* Kütz.	.	+	+
	Conjugatae.			
38.	*Spirotaenia acuta* Hilse	.	.	+
39.	*Cylindrocystis Brebissonii* Menegh.	+	+	+
40	*Cylindrocystis Brebissonii* var. *turgida* Schmidle	.	+	.
41.	*Penium Digitus* var. *montanum* Lemm.	+	+	+
42.	*P. Digitus* var. *latum* Hust.	.	+	.
43	*P. oblongum* De By.	+	+	+
44.	*P. polymorphum* Perty	.	+	+
45.	*P. Jenneri* Ralfs	.	.	+
46.	*P. spirostriolatum* var. *amplificatum* Schmidt	.	.	+
47.	*P minutum* var. *minor* Racib.	.	.	+
48.	P. *crassiusculum* De By.	.	+	.
49.	*P. curtum forma major* Wille	.	.	+
50.	*P. curtum forma intermedia* Wille	.	.	+
51.	*Closterium didymotocum* Corda	+	.	.
52.	*C. abruptum* West	+	.	.
53.	*C striolatum* Ehrb.	+	.	.
54.	*C. Ralfsii* Bréb.	+	.	.
55.	*C. acutum* var. *linea* (Perty) West	.	.	+
56	*Tetmemorus Brebissonii* Ralfs	.	+	+
57.	*T. granulatus* var. *attenuatus* Schmidle	.	+	.
58.	*T. laevis* var. *ornatus* Schmidle	.	+	.
59.	*T minutus* De By.	.	+	.
60.	*Disphinctium cucurbita* (Bréb.) Reinsch	.	+	+
61.	*D. Palangula* (Bréb.) Hansg.	+	+	+
62.	*Cosmarium sphagnicolum* West	.	+	+
63.	*C. bioculatum* var. *omphalum* Schaarschmidt *forma minor* n. f.	.	+	+
64	*C. obliquum* Nordst.	.	+	.
65.	*C. pusillum* var. *retusum forma intermedia* Gutw.	+	+	+
66.	*Arthrodesmus Incus* var. *isthmosa* Heimerl	.	.	+
67.	*A Incus* var. *intermedia* Wittr.	.	.	+
68.	*Xanthidium antilopaeum* var. *laeve* Schmidle	+	+	+
69.	*Euastrum insigne* Hassal	.	+	.
70.	*Eu. humerosum* var. *subintermedium* Schröder	+	+	.

Nr.	Name	Flachmoor	Zwischenmoor	Hochmoor
71.	*Eu. binale* var. *insulare* Wittr	.	+	+
72.	*Micrasterias truncata* Bréb.	.	.	+
78.	*Staurastrum orbiculare* Ralfs	.	+	+
74.	*S. punctulatum* Bréb.	+	+	.
75.	*S. muricatum* Bréb.	.	.	+
76.	*S. Reinschii* Roy.	.	+	+
77.	*S. dilatatum* Ehrb.	.	.	+
78.	*S. alternans* Bréb.	.	.	+
79.	*S. margaritaceum* Menegh.	.	+	+
80.	*S. hirsutum* Bréb.	+	.	.
81.	*S. jaculiferum* West	.	+	.
82.	*S. avicula* var. *aciculiferum* West	.	+	+
83.	*S. monticulosum* var. *bifarium* Nordst.	.	.	+
84.	*S. monticulosum* var. *variabile* n. var.	.	.	+
85.	*S. monticulosum* var. *simplex* n. var.	.	.	+
86.	*S. rugulosum* var. *denticulatum* n. var.	.	+	.
87.	*S. polymorphum* Bréb.	.	.	+
88.	*S. Kobelianum* n. spec.	.	+	
89.	*S. inconspicuum* Nordst.	.	+	+
90.	*Spondylosium pulchellum* Archer	.	+	+
91.	*Gymnozyga moniliforme* Ehrb.	+	+	+
92.	*Hyalotheca dissiliens* var. *tatrica* Racib.	+	+	.
93.	*Zygogonium ericetorum* (Kütz.) De By	.	.	+
94.	*Z. pectinatum* Kütz.	.	.	+
95.	*Mougeotia* spec *steril*	+	+	+
96.	*Mesocarpus parvulus* Hass.	.	.	+
97.	*Zygnema* spec. *steril.*	+	+	+
98.	*Spirogyra* spec. *steril.*	+	+	+
	Chlorophyceae.			
99	*Pandorina Morum* Bory	.	+	+
100.	*Eudorina elegans* Ehrb.	.	+	+
101.	*Gonium pectorale* Müller	.	+	.
102.	*Gloeocystis Gigas* (Kütz.) Lagerh	.	+	+
108	*G. vesiculosa* Naeg.	+	.	+
104.	*Oocystis solitaria* Wittr.	+	+	+
105.	*O. solitaria* var. *assymmetrica* (West) Printz	.	.	+
106.	*Dictyosphaerium Ehrenbergianum* var. *minus* Schmidle	.	.	+
107.	*Palmodactylon simplex* Naeg.	.	+	.
108.	*Botryococcus Braunii* Kütz.	.	.	+
109.	*Staurogenia rectangularis* A. Br.	.	.	+
110.	*Ankistrodesmus falcatus* var. *mirabile* West	.	.	+
111.	*Trochiscia reticularis* Reinsch	.	.	+
112.	*Eremosphaera viridis* De By.	.	.	+
118.	*Urococcus insignis* (Hass.) Kütz.	+	+	+
	Confervaceae.			
114.	*Binuclearia tatrana* Wittr.	.	+	+
115.	*Ulothrix subtilis* Kütz.	.	.	+
116.	*Conferva bombycina* (Ag.) Wille	+	+	+
117.	*C. stagnorum* Kütz.	.	.	+
118.	*Microspora pachyderma* (Wille) Lagerh.	+	+	+
119.	*M floccosa* Ag.	.	+	+
120.	*Microthamnion Kützingianum* Naeg.	.	+	+
121.	*Oedogonium* spec. *steril.*	+	+	+
	Zusammen	39	70	88

Moosproben war ich ebenso wie seinerzeit STEINECKE[1]) über den vergeblich erwarteten Reichtum an Algen des Moores, von dem verschiedene Autoren berichten, ziemlich enttäuscht. Niemals traf ich ganz reine Massen von einzelnen Desmidiaceen oder Chlorophyceen, wie sie mitunter anderwärts vorkommen[2]). Im ganzen

1) STEINECKE, FR., Die Algen des Zehlaubruches in systematischer und biologischer Hinsicht (Diss.), Seite 92. Königsberg *1916*.

2) MÜHLENTHALER, F., Die Desmidiaceenflora des Burgäschinmoores, in: Mitteil. d. Naturf. Gesellsch. i. Bern, Seite 118. Bern 1910, u. GISTL, R., Beiträge zur Kenntnis der Desmidiaceenflora der bayrischen Hochmoore (Diss.). Straubing 1914.

wurden 121 Algenformen für das Gebiet von mir festgestellt, die in vorstehendem Verzeichnisse in systematischer Übersicht nach ökologischen Formationen verteilt dargestellt sind. Es liegt dabei nicht in meiner Absicht, die für das Flach-, Zwischen- oder Hochmoor ausschließlich angegebenen Algen als „Leitformen" der betreffenden Formationen aufzufassen, wie dies STEINECKE l. c. Seite 118 tut, denn es scheint nicht ausgeschlossen, daß bei weiteren Untersuchungen eine bisher nur in einer Formation gefundene Alge möglicherweise auch in der anderen gefunden wird. In günstigeren Jahren als 1917/18 wird vielleicht die Ausbeute an Algen im Moore von Groß-Iser eine reichere sein, als ich sie hatte.

Die neuen oder etwas abweichenden Formen einiger Desmidiaceen habe ich auf beigegebener Tafel II gezeichnet. Dazu ist noch folgendes zu bemerken:

1. *Cylindrocystis Brebissoni* var. *turgida* Schmidle ist auf der Kobelwiese stets etwas schmaler als der Autor angegeben, nämlich nur 22 μ statt 24—25 μ (Taf. II Fig. 2b).
2. *Penium spirostriolatum* var. *amplificatum* Schmidt fand ich nur 100 μ lang und 17 μ breit, statt 130 : 21; auch sind seine Enden nur wenig verbreitert und mehr abgerundet (Fig. 3).
3. *Penium curtum* Bréb. sieht dem *P. cucurbitinum* Biss. sehr ähnlich, unterscheidet sich aber durch die Beschaffenheit der Chromatophoren und durch die geringere Größe von letzterem. *Forma major* Wille war 51 μ lang und 22 μ breit, *forma intermedia* Wille 30 μ lang und 16 μ breit (Fig. 5a, b).
4. *Cosmarium sphagnicolum* West scheint mir von *Cosmarium pygmaeum* Archer, das nach LÜTKEMÜLLER, Desmidiaceen v. Millstädtersee pag. 11, mit *C. minutissimum* Heimerl und *C. Heimerlii* West identisch ist, nicht wesentlich verschieden zu sein (Fig. 11).
5. *Cosmarium bioculatum* var. *omphalum* Schaarschmidt fand ich in einer Zwergform, die nur 12 μ lang und 10 μ breit ist und die ich deshalb als *forma minor* n. f. bezeichne (Fig. 12).
6. *Arthrodesmus Incus* var. *isthmosa* Heimerl weicht auf der Iserwiese in Zellform und Bestachelung etwas von den bisher bekannten. Formen ab. (Fig. 13d u. e).
7. *Staurastrum monticulosum* var. *bifarium* Nordst. variiert namentlich auf der westlichen Iserwiese mannigfach in

der Ausbildung der Bestachelung der Halbzellen. (Siehe auch K. REITER l. c. Tab. 1, Fig. 2). Ich fand Exemplare, die auf jeder Halbzelle sowohl zwei- wie einspitzige Stacheln tragen (meine Fig. 17 a), außerdem kamen andere vor, deren eine Halbzelle nur einspitzige, die andere dagegen nur zweispitzige Stacheln aufweisen (Fig. 18 a). Bei manchen Individuen waren die Stacheln nur mangelhaft ausgebildet, weshalb ich diese als *Var. simplex* nov. var. bezeichne (Fig. 19 a, b). Ähnliche Verhältnisse kommen auch bei *Staurastrum senarium* var. *alpinum* Racib. vor.

8. *Staurastrum Reinschii* Roy findet sich auf der Iserwiese hauptsächlich in der in Fig. 20 angegebenen Bestachelung vor, ändert aber darin zuweilen ab.
9. *Staurastrum rugulosum* Bréb. trägt bei den gefundenen Exemplaren auf den Seiten der Halbzellen nach ihrer Basis zu gerichtet einen kurzen Stachel, der auch in der Scheitelansicht noch zu sehen ist. Ich nenne diese Varietät var. *denticulatum* nov. var. (Fig. 22).
10. *Staurastrum Kobelianum* nov. spec. kommt auf der Kobelwiese selten vor. Es ist ebenso lang wie breit. Die Mitteleinschnürung ist nach außen erweitert und die Zellhälften sind rechteckig mit abgerundeten Ecken, auf denen je ein punktförmiges Wärzchen sitzt. Die Scheitelansicht der Zelle ist 6seitig mit 3 langen concaven und 3 kurzen convexen Seiten und Wärzchen an den Ecken. Länge und Breite der Zelle 14—15 μ, Breite am Isthmus 5 μ (Fig. 23).

Ihrer geographischen Verbreitung nach sind die meisten der vorstehend angeführten Algen als Kosmopoliten oder Ubiquisten zu bezeichnen, die überall vorkommen und nicht auf bestimmte Gebiete der Erde begrenzt sind. Doch gibt es in diesen Moorgewässern eine Anzahl Algen, die für die montane Region charakteristisch sind. K. REITER führt l. c. Seite 186 von den Seefeldern neun montane Arten besonders auf, die sämtlich auch in den Mooren von Groß-Iser vorkommen mit Ausnahme von *Euastrum didelta forma scrobiculata*, das durch *Euastrum humerosum* var. *subintermedium* vertreten wird.

Die montanen Formen unserer Moore, die außerhalb derselben nur noch in Hochgebirgen und im hohen Norden auftreten, kann man als stenotherme Formen den ubiquistischen eurythermen gegenüberstellen. Manche von den ersteren ist man geneigt, als Glacialrelikte anzusehen. Dazu rechnet man unter den Phanero-

gamen des Moores von Groß-Iser *Betula nana* und *Rubus chamaemorus*. Auch unter den Laubmoosen dieses Gebietes führt LIMPRICHT nicht weniger als 11 Arten auf, die er „für unsere mitteldeutschen Gebirge als Reliquien der Eiszeit“ in Anspruch nimmt. Da unsere Kenntnis von der Verbreitung der Algen noch sehr gering ist, läßt sich vorläufig nur wenig über Reliktenformen derselben sicher feststellen. Wahrscheinlich gehören aber folgende Mooralgen von Groß-Iser zu den Glacialrelikten: *Anabaena augstumalis*, *Melosira distans* var. *nivalis*, *Navicula subtilissima*, *Staurastrum jaculiferum*, *S. avicula* var. *aciculiferum*, *S. monticulosum* var. *bifarium*, *S. inconspicuum*, *Cosmarium sphagnicolum*, *C. obliquum*, *Penium spirostriolatum* var. *amplificatum*, *P. polymorphum*, *Hyalotheca dissiliens* var. *tatrica* und *Binuclearia tatrana*.

Auffallend ist die geringe Artenzahl von Bacillariaceen und das so spärliche Vorkommen von heterocysten Nostocaceen in unseren Gebirgsmooren. (Siehe auch K. REITER l. c. Seite 190 und 191.) Besonders merkwürdig jedoch erweist sich das vollständige Fehlen der Oscillatorien, ganzer Familien der Kieselalgen, z. B. der Cymbellen, Cocconeiden, Gomphonemeen, Achnantheen, Nitzschieen und Fragilarieen, ferner der coenobialen Chlorophyceen, wie der Gattungen *Pediastrum* und *Scenedesmus*, der Cladophoreen und der Vaucherien im Hochmoor. Man kann die große Zahl der das sphagnumreiche Hochmoor meidenden Algen als sphagnophobe Formen bezeichnen, im Gegensatz zu den wenigen, dort allein vorkommenden sphagnophilen, analog dem Verhalten gewisser Mollusken, Amphipoden und Hirudineen unter den Tieren, die ebenfalls Sphagnummoore meiden, während eine größere Zahl von Protozoen, sowie gewisse Rädertiere, Gasterotrichen, Turbellarien und Oligochaeten usw. eine ausgesprochen sphagnophile Fauna bilden[1]).

Die Auslese von Algenformen, die sich dem Leben im Moore angepaßt haben, ist durch die dortigen ökologischen Faktoren bedingt. Es ist allgemein bekannt, daß mit der steigenden Höhenlage eines Gebietes die Artenanzahl abnimmt, was namentlich von der niedrigen Durchschnittstemperatur, von den bedeutenden Temperaturschwankungen und von der kurzen Vegetationsperiode herrührt. Das gilt auch für unsere Gebirgsmoore. Liegt doch das Moor von Groß-Iser mitunter fast sieben Monate des Jahres

1) PAX, F., Die Tierwelt der deutschen Moore und ihre Gefährdung durch Meliorierungen, in: CONWENTZ, H., Beiträge zur Naturdenkmalpflege, Bd. V, Seite 240. Berlin 1916.

unter Eis oder Schnee. Dazu kommt noch, daß trotz der dunklen Farbe des Torfbodens dieser wegen seines großen Wassergehaltes infolge seiner ganz erheblichen Aufsaugungskapazität ein kalter Boden bleibt. Dann ist aber auch das bräunliche, humussäurenreiche, stagnierende, schlecht durchlüftete Moorwasser, das nur meteorischen Ursprungs ist und nicht aus Quellen stammt, außerordentlich arm an für die Algen wichtigen Nährstoffen, namentlich an Kalk, Kali und Phosphor. Die Stickstoffverbindungen werden den Algen nur in Form von Ammoniakspuren durch das Regenwasser, durch die wenigen verfaulenden Pflanzen und Tiere des Moores und durch die minimalen Mengen von Exkrementen der letzteren zugeführt. Nach RAMAN (SCHLENKER l. c. Seite 21 und 124) betragen im Hochmoortorf die Mineralstoffe nur 3 % der Trockensubstanz, der Kalk unter 0,5 %, die Phosphorsäure 0,1 %, das Kali 0,05 % und der Stickstoff 1,2 %. Bei diesen mangelhaften Ernährungsverhältnissen ist eine üppige Vegetation mannigfaltiger Arten ausgeschlossen, und es können nur wenige anspruchslose und bestimmte Algenformen im Hochmoor leben, deren Artenzahl die Hundert kaum erreicht und deren Individuenzahl meist gering ist [1]).

Verursacht durch den Mangel an Nährstoffen treten unter den Organismen des Moores Tiere und Pflanzen auf, die eine geringere Größe aufweisen als die in nährstoffreicheren Gewässern lebenden Formen. Sie sind H u n g e r - oder Z w e r g f o r m e n [2]). SCHLENKER (l. c. Seite 185) maß z. B. Exemplare von *Penium Digitus* aus dem Hochmoor, die nur 176—320 μ lang und 44—64 μ breit waren, während die normalen Maße 300—400 μ Länge und 60—82 μ Breite betragen. STEINECKE (l. c. Seite 83) bestätigte das Auftreten dieser Kümmerformen. Auch ich fand das zwergförmige *P. Digitus*, das LEMMERMANN als var. *montanum* aus den Mooren des Riesengebirges beschrieben hat, bei Groß-Iser häufig und halte auch *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* var. *minor*, *Penium minutum forma minor*, *Cosmarium bioculatum* var. *omphalum forma minor*, *Arthrodesmus Incus* var. *intermedia* und var. *isthmosa*, *Eunotia gracilis* var. *minor* und *Eu. exigua* var. *minuta* für charakteristische

---

1) RABANUS, A., Beiträge zur Kenntnis der Periodizität und geographischen Verbreitung der Algen Badens (Diss.), in: Ber. d. Naturf. Gesellsch. z. Freiburg i. Br., Bd. XXI, Seite 26. Naumburg a. d. S. 1915.

2) Siehe auch: SCHEFFELT, Ausnützung der Moorgewässer, in: Allgem. Fischerei-Zeitung, Jahrg. 44, Seite 129—131, München 1919, wo die Karausche in Moorgewässern als „Hungerform" angegeben wird.

Zwergformen des Moores, die sämtlich im Moore von Groß-Iser vorkommen.

Vergleicht man zum Schlusse die Algenvegetation des hier beschriebenen Moores mit der des Moosebruches und der Seefelder, so läßt sich eine ziemlich weitgehende Übereinstimmung der drei Gebiete feststellen, die noch größer werden dürfte, wenn der Moosebruch genau untersucht sein wird. Mit den Seefeldern hat die Iserwiese ungefähr $^2/_3$ ihrer Arten gemeinsam. In allen drei Hochmooren gehört etwa die Hälfte aller Algen den Conjugaten an, besonders den Gattungen *Staurastrum* und *Penium*. Sonst sind nur die Chlorophyceen noch etwas häufiger anzutreffen. Schizophyceen, Flagellaten, Bacillariaceen und Confervaceen sind stets nur in geringer Artenanzahl vorhanden. Gemeinsam allen drei Hochmooren sind 14 Algen, nämlich: *Chroococcus turgidus*, *Merismopedium elegans*, *Cylindrocystis Brebissonii*, *Penium Digitus*, *P. Jenneri*, *P. minutum*, *Tetmemorus Brebissonii*, *Disphinctium Palangula*, *Euastrum insigne*, *Staurastrum mucronatum*, *S. polymorphum*, *Gymnozyga moniliforme*, *Gloeocystis Gigas* und *Batrachospermum vagum*. Solche Algen, die bisher in Schlesien nur auf dem Moor von Groß-Iser gefunden wurden, sind: *Anabaena augstumalis*, *Closterium abruptum*, *Cosmarium bioculatum* var. *omphalum*, *C. pusillum*, *Staurastrum rugulosum* var. *denticulatum*, *S. monticulosum* var. *variabile* und var. *simplex* sowie *S. Kobelianum*.

Erklärung der Tafel II.

(Sämtliche Figuren sind mit einem Abbeschen Zeichenapparate bei eingeschobenem Tubus und gleicher Tischhöhe von mir gezeichnet worden.)

Fig. 1. *Spirotaenia acuta* Hilse mit Gallerthülle, Chromotophoren und Pyrenoid $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 2a. *Cylindrocystis Brebissonii forma genuina* $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 2b. *Cylindrocystis Brebissonii forma turgida* Schmidle $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 3. *Penium spirostriolatum* var. *amplificatum* Schmidt $\left(\frac{450}{1}\right)$.

Fig. 4. *P. minutum forma minor* Racib. $\left(\frac{450}{1}\right)$.

Fig. 5a. *P. curtum forma major* Wille $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 5b. *P. curtum forma intermedia* Wille $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 6. *Closterium acutum* var. *linea* (Perty) West $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 7. *Tetmemorus laevis* var. *ornatus* Schmidle $\left(\frac{450}{1}\right)$ a Vorder-, b Seitenansicht.

Fig. 8. *T. minutus* De By. $\left(\frac{450}{1}\right)$.

Fig. 9. *Disphinctium Palangula* (Bréb.) Hansg. $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 10. *Cosmarium pusillum* var. *retusum forma intermedia* Gutwinski $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 11. *C. sphagnophilum* West $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 12. *C. bioculatum* var. *omphalum* Schaarschmidt, *forma minor* n. f. $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 13a—e. *Arthrodesmus Incus* var. *isthmosa* Heimerl $\left(\frac{760}{1}\right)$. a, d und e verschiedene Formen in Vorderansicht, b Scheitel-, c Seitenansicht.

Fig. 14. *A. Incus* var. *intermedia* Wittr. $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 15. *Euastrum binale* var. *insulare* Wittr. $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 16. *Micrasterias truncata* Bréb. $\left(\frac{450}{1}\right)$.

Fig. 17. *Staurastrum monticulosum* var. *bifarium* Nordst. $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 18. *Staurastrum monticulosum* var. *variabile* nov. var. $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 19. *Staurastrum monticulosum* var. *simplex* nov. var. $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 20. *St. Reinschii* Roy $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 21. *St. avicula* var. *aciculiferum* West $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 22. *St. rugulosum* var. *denticulatum* nov. var. $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 23. *St. Kobelianum* nov. spec. $\left(\frac{760}{1}\right)$.

Fig. 24. *St. inconspicuum* Nordst. $\left(\frac{760}{1}\right)$.

32. Helene Langer: Zur Kenntnis der tropistischen Krümmungen bei Lebermoosrhizoiden.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 24. Juni 1919.)

I. Einleitung.

Die vorliegenden Untersuchungen beschäftigen sich mit verschiedenen tropistischen Erscheinungen bei den Rhizoiden der Brutknospen von Lebermoosen. Zunächst will ich einige allgemeine Bemerkungen, betreffend die Versuchsobjekte und die Arbeitsmethode, voranschicken.

Die meisten Versuche wurden mit den Brutknospen von *Lunularia vulgaris* angestellt, weil mir dieses Moos stets in kräftigen, gesunden Exemplaren zur Verfügung stand. Zu den ersten Versuchen benützte ich mehrmals Brutknospen von *Marchantia polymorpha.* Beide Moose zeigten ein analoges Verhalten. Ferner experimentierte ich auch mit *Riccia fluitans,* welche sich ebenfalls als ein günstiges Objekt erwies.

Die Moose wurden auf Töpfen mit Gartenerde im Kalthaus gezogen, *Riccia* in einem Bassin im Warmhaus.

Zu den ersten Versuchen wurden die einzelnen Brutknospen in Nährlösung zwischen 2 großen Deckgläsern (40×50 cm) eingeschlossen, deren Rand auf 3 Seiten mit Paraffin verschlossen war; vom Rande her wurde von Zeit zu Zeit frische Nährlösung zugefügt. So konnte das Rhizoidenwachstum bequem mikroskopisch beobachtet werden. Das flüssige Medium hat jedoch mancherlei Nachteile, namentlich wird infolge der mangelhaften Durchlüftung das Wachstum stark verlangsamt. Darum wählte ich später ein festes Substrat; als solches erwies sich Agar sehr geeignet. Ein 1—1,5 % Agar, mit Nährlösung bereitet, wurde auf Objektträger ausgegossen und darauf die Brutknospen ausgesät; so war ebenfalls eine leichte mikroskopische Kontrolle möglich. Als Nährlösung diente verdünnte Knop- oder Cronelösung; auf letzterer gediehen die Brutknospen am besten. Auf einem derartigen Agar gelingt es leicht aus Brutknospen bei längerer Kultur kräftige Talluslappen zu erzielen. Der Agar wurde auf den Objektträgern in nicht zu

dünner Schicht ausgegossen, um ein zu rasches Austrocknen zu vermeiden, nach Erstarren mit Brutknospen beschickt und sodann wurden die Objektträger in feuchten Kammern untergebracht. Diese bestanden entweder aus Keimschalen mit Glasglocken oder aus Glasschalen und einem innen mit Filterpapier ausgekleideten Becherglase. Meist wurden die feuchten Kammern in einem Glaserker des Instituts aufgestellt, nur während der kältesten Zeit kamen sie in einen doppelwandigen Glasthermostaten, der mit Gasheizung und Quecksilberthermoregulator versehen war, und dessen Temperatur zwischen 18 und 20° schwankte und nur an wenigen besonders kalten Tagen auf 16° herunterging. Auf einem und demselben und bei Parallelversuchen auf mehreren Objektträgern wurden ausnahmslos Brutknospen aus einem und demselben Brutbecher verwendet, um die individuellen Schwankungen möglichst herabzusetzen. Aber auch da waren noch immerhin beträchtliche Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit und Reaktionsfähigkeit der Rhizoiden wahrzunehmen.

Im Winter bei trübem Wetter dauerte es 3—4 Tage, bis die ersten Rhizoiden auskeimten, im Frühjahr, als es heller und wärmer wurde, waren schon nach 1—2 Tagen die ersten Wurzelhaare zu sehen. In den Arbeiten über Lebermoosrhizoiden, die ich weiter unten bei den einzelnen Kapiteln besprechen möchte, ist überall die große hydrotropische Empfindlichkeit der Rhizoiden hervorgehoben. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, war stets dafür gesorgt, daß sich die Brutknospen in einem gleichmäßig dampfgesättigten Raume befanden. Ebenso mußte, um heliotropische Reaktionen zu vermeiden, bei Untersuchung auf andere Tropismen für allseitig gleichmäßige Beleuchtung gesorgt werden.

II. Geotropismus.

PFEFFER hat als erster darauf aufmerksam gemacht, daß sich die Wurzelhaare der Brutknospen von *Marchantia* unter dem Einfluß der Schwerkraft im Dunkeln nach abwärts krümmen; er hat die Versuche im Dunkeln ausgeführt, weil, wie er in einem zweiten Versuche hervorhebt, der negative Heliotropismus den Geotropismus bei weitem überwiegt. Doch hatte im Dunkeln schon nach 12 Stunden der Turgor der Wurzelhaare merklich gelitten und er konnte darum diese Versuche nicht weiter fortsetzen. Die geotropische Krümmung erfolgt, wie PFEFFER beschreibt, „in einer in einiger Entfernung hinter dem Wurzelhaarende liegenden, jedoch nicht zu beschränkten Zone". HABERLANDT hat Längenwachstum und Geotropismus bei Tallus- und Brutknospenrhizoiden von *Mar-*

chantia und *Lunularia* untersucht. Er stellte fest, daß „nur der kalottenförmige Scheitelteil der Rhizoiden im Längenwachstum begriffen ist; knapp dahinter findet kein Längenwachstum statt. Die geotropische Reizkrümmung vollzieht sich derart, daß die fortwachsende Spitze des Organs unter dem Einfluß der Schwerkraft ihre Wachstumsrichtung ändert". „Die Rhizoiden verhalten sich hinsichtlich der geotropischen Empfindlichkeit nicht wie Haupt-, sondern wie Seitenwurzeln". DACHNOWSKI betont als Ergebnis seiner Untersuchungen an *Marchantia*-Rhizoiden, daß die Bildung derselben vor allem durch Feuchtigkeit beeinflußt werde und dem gegenüber die Reaktionen auf Schwerkraft und Licht sich fast garnicht erkennen lassen. In einer ausführlichen Arbeit sucht WEINERT den Nachweis zu bringen, daß die Lebermoosrhizoiden auf die Schwerkraft nicht reagieren und daß nur Licht und Feuchtigkeit sie zu tropistischen Krümmungen veranlassen können. BISCHOFF erhält ein gegenteiliges Resultat, er findet, daß die Rhizoiden der Brutknospen und des Tallus von *Marchantia*, *Lunularia* und *Fegatella* geotropisch positiv reagieren, während er im Gegensatze dazu bei den Rhizoiden der Farnprothallien keine geotropische Reaktion nachweisen konnte.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen über den Einfluß der Schwerkraft auf das Wachstum der Lebermoosrhizoiden stehen ebenfalls im Widerspruche zu den Angaben WEINERTs, stimmen dagegen mit denen von BISCHOFF sowie mit den früheren Arbeiten von PFEFFER und HABERLANDT vollkommen überein.

Die Versuchsanordnung war folgende: anfangs wurden die Brutknospen in der oben beschriebenen Weise zwischen zwei großen Deckgläsern in 10fach verdünnte Knop-Nährlösung eingelegt, die Deckgläser beiderseits in Korke eingeklemmt und in vertikaler Lage in einer feuchten Kammer untergebracht. Beim ersten Versuche, der mit Brutknospen von *Marchantia* und *Lunularia* ausgeführt wurde, waren die feuchten Kammern im Kalthaus aufgestellt, bei einer durchschnittlichen Temperatur von 10° (13. III.—1. IV. 1915). Nach 3 Tagen hatte auf beiden Seiten der Brutknospen Rhizoidenbildung eingesetzt, bei *Marchantia* spärlich, bei *Lunularia* reichlich und die meisten Rhizoiden waren geradlinig vertikal nach abwärts gewachsen; nur wenige waren mit gerader Spitze teils seitlich, teils aufwärts gerichtet. Der Versuch blieb noch 14 Tage stehen. Während dieser Zeit entwickelten sich die Brutknospen bis zu einer Länge von 2—3 mm, es erfolgte reichliches Rhizoidenwachstum und zwar zumeist in der Richtung vertikal abwärts. Ein gleichzeitig unter gleichen Bedingungen aufgestellter Kontrollversuch,

wo sich die Deckgläser mit den Brutknospen in horizontaler Lage in der feuchten Kammer befanden, zeigte ein gleichmäßiges Wachstum der Rhizoiden nach allen Seiten.

Da sich bei dieser Versuchsanordnung die Brutknospen in einem *flüssigen Medium* und überdies in einem dampfgesättigten Raume befanden, kam eine Beeinflussung der Wachstumsrichtung der Rhizoiden durch Hydrotropismus nicht in Frage. Doch blieb es bei der gewählten Anordnung unentschieden, ob die erfolgte Wachstumreaktion, wie ich zunächst angenommen, auf positiven Geotropismus zurückzuführen sei oder auf negativen Heliotropismus. Wie aus früheren Arbeiten hervorgeht (z. B. PFEFFER), reagieren die Rhizoiden auf einseitige Beleuchtung mit negativem Heliotropismus. Da nun die feuchte Kammer sich auf einer dunkeln Unterlage befand, von oben und seitlich jedoch schwaches diffuses Licht Zutritt hatte, wäre es wohl möglich gewesen, daß der *negative Heliotropismus und nicht der positive Geotropismus* die Ursache war, warum die Rhizoiden vertikal nach abwärts wuchsen.

In weiteren Versuchen sollte nun durch eine geänderte Versuchsanordnung diese Frage entschieden werden. Die eine feuchte Kammer (A) wurde oben und seitlich mit schwarzem Papier verklebt, so daß nur der untere Rand frei blieb. Da die feuchte Kammer auf einen Dreifuß gestellt wurde, erfolgte eine Belichtung nur von unten. Die zweite feuchte Kammer (B) wurde oben mit schwarzem Papier verklebt und auf eine dunkle Unterlage gestellt, so daß das Licht nur seitlich Zutritt hatte. Dieser Versuch wurde in der Zeit vom 16. XII. 1918—1. I. 1919 im Erker des Instituts ausgeführt. Die Temperatur schwankte zwischen 13 und 17°. Infolge der geringen Lichtzufuhr — es waren lauter trübe, dunkle Tage — und der nicht sehr hohen *Temperatur entwickelten* sich die Brutknospen nur langsam; erst am 10. Tage waren die ersten Rhizoiden zu sehen. Am 14. Tage war bei A an zwei Brutknospen je ein aufwärts gerichtetes Rhizoid ausgekeimt, sonst waren die meisten Brutknospen abgestorben.

Um die Wachstumsbedingungen zu verbessern, wurde in einem weiteren Versuche (3. I.—13. I. 1919) an Stelle des flüssigen Mediums 1 % Agar verwendet, der mit einem Zusatz von 50 % Crone-Nährlösung bereitet war. Es wurden *je zwei* Objektträger mit je 25 Brutknospen besät und wie oben angegeben in 2 feuchten Kammern (A und B) aufgestellt. Schon am 4. Tage waren die ersten Rhizoiden zu sehen. Nach 10 Tagen war das Ergebnis folgendes: bei A waren von 105 Rhizoiden 43 (41 %) entweder geradlinig vertikal nach abwärts gewachsen oder doch mit der Spitze

nach abwärts gerichtet. 62 (59 %) waren entweder geradlinig nach aufwärts gewachsen oder (die Mehrzahl) die Wurzelhaare waren nach abwärts gewachsen, aber mit der Spitze nach aufwärts gekrümmt. Bei B zeigten von 132 Rhizoiden 124 (94 %) eine Wachstumreaktion im Sinne der Schwerkraft, während 8 (6 %) seitlich oder aufwärts gerichtet waren. Bei B war also eine deutliche Beeinflussung der Wachstumsrichtung durch die Schwerkraft zu erkennen, während sich bei A *zeigte, daß schon eine geringe einseitige* Beleuchtung die Wirkung der Schwerkraft aufzuheben vermag. Allerdings war in diesem Fall die Belichtung so schwach, daß sie nur bei einem Teil der Wurzelhaare die Wirkung der Schwerkraft überwog, während in nicht viel weniger als der Hälfte der Fälle die positiv geotropische Reaktion den negativen Heliotropismus überwog. Bei etwas stärkerer einseitiger Beleuchtung fällt zweifellos das Ergebnis ganz eindeutig zugunsten des negativen Heliotropismus aus.

Im folgenden Versuch (14. I.—27. I. 1919, im Erker bei 10—14 °) befand sich von zwei Objektträgern mit je 25 Brutknospen der eine in einer oben verdunkelten feuchten Kammer (A wie oben angegeben), der zweite in einer allseits verdunkelten feuchten Kammer (B), wo nur seitlich ein 5 cm breiter Streifen frei blieb. Am 5. Tage traten die ersten Rhizoiden auf. Nach 8 Tagen waren bei A und B die meisten Rhizoiden vertikal abwärts gerichtet; bei B war infolge der geringen Lichtzufuhr das Wachstum bedeutend spärlicher als bei A. Beide Objektträger wurden nun um 180 ° gedreht. Als am nächsten Tage noch keine geotropische Krümmung zu sehen war, wurden beide feuchte Kammern in den Thermostaten übertragen, wo nach weiteren 24 Stunden eine Wachstumskrümmung im Sinne der Schwerkraft zu konstatieren war. Das nächste Mal (22. I.—26. I. 1919) wurden die beiden feuchten Kammern (A und B wie zuletzt beschrieben) gleich zu Beginn in den Thermostaten gestellt und ferner wurden die Objektträger täglich 3 Stunden beleuchtet (Metallfadenlampe von 25 Kerzen in 30 cm Entfernung), wodurch das Wachstum und die Entwicklung der Rhizoiden erheblich beschleunigt wurde. Am zweiten Tage hatten sich bereits zahlreiche Rhizoiden entwickelt und es wurden die beiden Objektträger um 180 ° gedreht. Bereits nach 24 Stunden war bei den meisten Rhizoiden eine geotropische Krümmung deutlich sichtbar.

Im weiteren Verlaufe machte ich bei diesem wie auch schon in früheren Versuchen (namentlich bei den Thermostatenversuchen) die Beobachtung, daß an den Wurzelhaaren zahlreiche

unregelmäßige Krümmungen auftraten, welche vielleicht als hydrotropische (hervorgerufen durch lokale Veränderungen im Wassergehalt des Agar) oder als chemotropische, hervorgerufen durch Ausscheidungsprodukte der auf dem Agar bei längerer Versuchsdauer sich reichlich entwickelnden Keime, zu deuten wären.

Auch mit kleinen Tallusstücken von *Riccia fluitans* stellte ich in gleicher Art Versuche an und konnte hier ebenfalls geotropische Krümmungen beobachten, jedoch nicht so regelmäßig wie bei *Lunularia*.

Da in der Literatur keine Angaben über chemotropische Empfindlichkeit der Lebermoosrhizoiden zu finden waren, suchte ich unter Beibehaltung der gleichen Kulturmethode auf Agar festzustellen, ob diese Organe gegen chemische Reize ein ähnliches Verhalten zeigen wie die Wurzeln höherer Pflanzen. Auch zur Prüfung der aerotropischen Empfindlichkeit stellte ich eine Reihe von Versuchen an, von denen zunächst die Rede sein soll.

III. Aerotropismus.

Die Versuchsanordnung war folgende: Auf einen Objektträger mit 1,5 % Agar mit 50 % Crone-Nährlösung beschickt und mit Brutknospen besät wurde ein zweiter mit Paraffinverschluß luftdicht aufgesetzt. Nur an einer Stelle erfolgte Luftzutritt durch eine das Paraffin durchsetzende kleine Kapillare, welche nur ein kurzes Stück auf dem Agar in die Kammer hineinragte. Die Kapillare hatte einen Durchmesser von etwa 3—8 mm. Die Brutknospen wurden in Reihen angeordnet, von denen die eine in der Richtung der Kapillare, die anderen parallel dazu rechts und links verliefen. Die Objektträger wurden in horizontaler Lage in feuchten Kammern untergebracht, so daß sie von oben her gleichmäßig beleuchtet waren. Die feuchten Kammern befanden sich im Thermostaten. Es erfolgte täglich mikroskopische Beobachtung der Brutknospen.

Im ersten Versuche (7. II.—16. II. 1919) wurde nach Beschickung des Agars mit Brutknospen die Kammer sofort in der oben angegebenen Weise verschlossen. Infolge des geringen Luftzutritts begannen nach wenigen Tagen die Brutknospen zu verkümmern. Von 12 Brutknospen hatten nach 8 Tagen nur 6 Rhizoiden gebildet. An zwei der Kapillarenöffnung zunächst gelegenen Brutknospen waren 3 Rhizoiden entwickelt, die positiv aerotropische Krümmungen zeigten. Viel deutlicher waren diese jedoch an zwei anderen, gleichzeitig aufgestellten Objektträgern zu sehen. Diese wurden erst am 5. Tage, nachdem die ersten Rhizoiden sichtbar

waren, verschlossen und weiter im Thermostaten belassen. Schon nach 24 Stunden waren deutliche aerotropische Krümmungen wahrnehmbar, sowohl an den in der Nähe der Kapillarenöffnung (2—4 mm) gelegenen Brutknospen (Abb. 1), als auch an entfernter (20, 23, 34 mm) befindlichen. Am deutlichsten waren sie an den in gerader Richtung vor der Kapillare liegenden Brutknospen. Auf einem Objektträger waren nach einer Woche von 30 Rhizoiden 18 (60 %), auf einem zweiten von 24 Rhizoiden 15 (62 %) positiv aerotropisch gekrümmt. Als Kontrolle diente eine allseitig luftdicht verschlossene Kammer ohne hindurchgehende Kapillare; in dieser

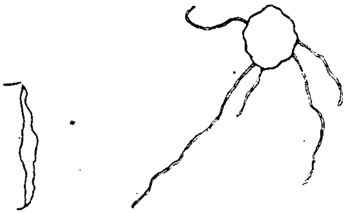


Abb. 1. Aerotropische Krümmungen der Wurzelhaare von *Lunularia*; links Kapillarenöffnung.

verfärbten sich schon nach wenigen Tagen die Brutknospen und starben ab, ohne daß Rhizoiden zur Entwicklung kamen.

Dieser Versuch wurde 2 Mal mit dem gleichen Erfolge wiederholt, jedesmal mit je 3 Objektträgern. Das eine Mal gelangte in eine der Kammern von außen etwas Wasserdampf, der sich in Wassertröpfchen auf dem Agar niederschlug, wodurch alle in der Nähe befindlichen Wurzelhaare zu hydrotropischen Krümmungen veranlaßt wurden.

Aus den hier beschriebenen Versuchen folgt, daß die Rhizoiden der Lebermoose in gleicher Weise aerotropisch empfindlich sind wie die Wurzeln höherer Pflanzen oder die Hyphen von Schimmelpilzen. (POLOWZOW, SAMMET.)

IV. Chemotropismus

Auch bei diesen Versuchen ließ ich zunächst die Brutknospen einige Tage wachsen, bis sich die ersten Rhizoiden entwickelt

hatten, und gab erst dann das Agens hinzu, dessen Reizwirkung geprüft werden sollte. Die Brutknospen wurden auf Petrischalen von 10 cm Durchmesser gesät, die mit 1—1,5 % Agar beschickt waren. Anfangs verwendete ich Agar mit Zusatz einer Nährlösung, bei der jedoch der Stoff fehlte, dessen Reizwirkung geprüft werden sollte; z. B. Nitrat oder Phosphat. Später wählte ich Agar, der nur mit Leitungswasser ohne Zusatz von Nährsalzen oder nur mit destilliertem Wasser bereitet war und erzielte damit viel günstigere Resultate. Von dem Salz, das als Reizmittel dienen sollte, wurde eine geringe Menge in die Mitte der Petrischale gelegt. Die Petrischalen kamen in feuchte Kammern (Keimschalen mit Glasglocken), die, solange es noch kalt war, im Thermostaten, später im Erker des Instituts zur Aufstellung kamen.

Bei den ersten orientierenden Versuchen mit KNO_3 und $CaHPO_4$ wuchs die Mehrzahl der Wurzelhaare von der Mitte, wo das Salzkörnchen lag, weg, doch waren auch immer eine Anzahl Wurzelhaare anders gerichtet.

Weit besser und deutlicher waren die Resultate, als ich bei den späteren Versuchen Agar ohne Zusatz von Nährstoffen verwendete und als ich ferner, um die Diffusion des in der Mitte befindlichen Salzes zu verlangsamen, auf die Agarplatte einen etwa 5 cm hohen Agarzylinder aufsetzte. Dieser wurde oben ein wenig ausgehöhlt und das Salzkörnchen hineingelegt. Der Agarzylinder wurde entweder so hergestellt, das in die Mitte der Petrischale eine Tonzelle gestellt und dann gleichzeitig innerhalb nnd außerhalb Agar aufgegossen wurde oder es wurde an Stelle der Tonzelle ein Glaszylinder auf Glasfüßchen aus kleinen Glassplittern verwendet; es wurde zunächst Agar auf die Platte aufgegossen bis über den unteren Rand des Glaszylinders und nachdem diese Schichte erstarrt war, der Zylinder auch innen mit Agar gefüllt. Wo es möglich war, erfolgte während des Versuches die Kontrolle, wie weit die Diffusion vorgeschritten war, z. B. bei KNO_3 mit Diphenylamin-Schwefelsäure, bei Traubenzucker mit der FEHLINGschen Probe.

So war in einem Versuche (12. III.—15. III. 1919) am zweiten Tage nach der Aussaat der Brutknospen ein kleines Körnchen KNO_3 in die Höhlung des Agarzylinders getan worden. Nach 24 Stunden war die Nitratreaktion, bis $^1/_2$ cm vom Rande der Tonzelle positiv; nach weiteren 24 Stunden war auch am Rande der Petrischale (Radius 5 cm) Nitrat nachweisbar. Von 28 Wurzelhaaren, die sich bis zum 3. Tage entwickelt hatten, waren 21 (75 %) negativ chemotropisch, d. h. zur Peripherie der Schale zu gewachsen.

In einem weiteren Versuche (17. III.—22. III. 1919) war die Menge des verwendeten KNO_3 etwa halb so groß wie in dem früheren, und dementsprechend die Diffusion verlangsamt. Nach 3 Tagen war außerhalb des Glasrohres noch kein Nitrat chemisch nachzuweisen, wohl aber konnte aus der negativ chemotropischen Reaktion der Wurzelhaare in der Nähe des Glaszylinders auf die Anwesenheit desselben geschlossen werden; weiter zum Rande der Petrischale zu war jedoch keine ausgesprochene Reaktion zu bemerken. Nach weiteren 24 Stunden, am 5. Tage nach der Aussaat der Brutknospen, war das Ergebnis folgendes: an den Brutknospen in 2—4 mm Entfernung vom Rande des Glaszylinders

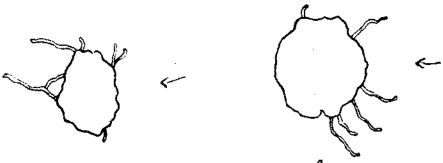


Abb. 2. Chemotropischer Versuch mit KNO_3. a) Brutknospe in 2 mm Entfernung vom Rande des Glaszylinders. b) Brutknospe in 21 mm Entfernung vom Rande des Glaszylinders. Die Pfeile bezeichnen die Richtung, in der die Diffusion des Salzes erfolgte.

waren von 79 Rhizoiden 45 (57 %) negativ chemotropisch, 6 (7 %) positiv chemotropisch, 28 (36 %) verhielten sich indifferent. Bei den Brutknospen in der Entfernung von 10—28 mm vom Rande des Glaszylinders zeigten von 80 Wurzelhaaren 49 (61 %) positiv chemotropische, 16 (20 %) negativ chemotropische Reaktion, 15 (19 %) waren indifferent. (Siehe Abb. 2.) Es zeigte sich hier also, daß wie bei den Wurzeln höherer Pflanzen (SAMMET) ein Stoff je nach der Konzentration, in der angewandt wird, sowohl positive als negative Reaktion hervorrufen kann. Diese Reaktion habe ich bisher als Chemotropismus bezeichnet, es ist jedoch möglich, daß es sich, speziell bei Salzen, um eine rein osmotische Wirkung handelt, was durch Parallelversuche mit verschiedenen Salzen geprüft werden könnte. Bei meinen Versuchen blieb es unentschieden, ob Osmotropismus oder Chemotropismus (d. h. eine spezifische Ionenwirkung) die Ursache der beschriebenen Wachstumskrümmung ist.

Traubenzucker zeigte in einem in der gleichen Weise, wie eben beschrieben, ausgeführten Versuche (24. III.—28. III. 1919) ein analoges Verhalten wie KNO_3. Von 117 Wurzelhaaren waren 65 (55 %) chemotropisch positiv, 16 (14 %) chemotropisch negativ, 36 (31 %) indifferent; in einem 2. Versuche mit etwa der doppelten Menge Traubenzucker, waren von 203 Wurzelhaaren 112 (55 %) negativ chemotropisch, 80 (39 %) positiv chemotropisch, die übrigen 11 (6 %) indifferent. Die positive Reaktion war fast durchwegs nur an den am Rande der Petrischale gelegenen Brutknospen zu beobachten, bei den in der Mitte befindlichen Brutknospen zeigte die überwiegende Mehrzahl der Wurzelhaare negative Reaktion.

Mit Asparagin und Tyrosin konnte ich ebenfalls positiv chemotropische Reaktion hervorrufen. In einem Falle waren bei Asparagin von 275 Wurzelhaaren 187 (68 %) positiv chemotropisch, 24 (9 %) negativ chemotropisch, 64 (24 %) indifferent. Ob hier durch Steigerung der Konzentration sich eine Umkehr der Reaktion erzielen läßt, ist nicht untersucht worden. Bei der beschränkten Löslichkeit dieser Stoffe läßt sich dies vielleicht nicht erreichen.

V. Zusammenfassung.

1. Die Wurzelhaare von *Marchantia* und *Lunularia* reagieren geotropisch positiv.

2. Schon eine schwache einseitige Beleuchtung vermag die durch die Schwerkraft hervorgerufene Reaktion aufzuheben.

3. Die Wurzelhaare der Brutknospen von *Lunularia* sind aerotropisch positiv.

4. Die Wurzelhaare der Brutknospen von *Lunularia* sind chemotropisch empfindlich. Mit KNO_3 und Traubenzucker gelang es bei wechselnder Konzentration sowohl positive als negative Reaktion auszulösen. Asparagin und Tyrosin riefen in der angewandten Konzentration nur positive, $CaHPO_4$ nur negative Reaktion hervor.

Prag, Mai 1919, Pflanzenphysiologisches Institut der deutschen Universität.

Literatur.

BISCHOFF, Untersuchungen über den Geotropismus der Rhizoiden. Beih. Bot. Zentrbl. 1913, Bd. 28, Abt. 1, S. 94.

DACHNOWSKI, Zur Kenntnis der Entwicklungsphysiologie von *Marchantia polymorpha*. Jahrb. wiss. Bot. 44, 254, 1907.

HABERLANDT, Über das Längenwachstum und den Geotropismus der Rhizoiden von *Marchantia* und *Lunularia*. Oesterr. bot. Zeitschr. 1889, Nr. 39, S. 93.

PFEFFER, Studien über Symmetrie und specifische Wachstumsursachen. Arbeit d. Bot. Instituts Würzburg, Bd. I 1874, S. 77.

—, Zur Kenntnis der Kontaktreize II. Über Beeinflussung der Wurzelhaarbildung in den Brutknospen von *Marchantia*. Arbeit. aus d. bot. Institut Tübingen I. 1881, S. 528.

POLOWZOW, Untersuchungen über Reizerscheinungen bei den Pflanzen. Jena, G. FISCHER, 1909.

SAMMET, Untersuchungen über Chemotropismus und verwandte Erscheinungen bei Wurzeln, Sprossen und Pilzfäden. Jahrb. wiss. Bot. Bd. 41, 1905, S. 611.

WEINERT, Untersuchungen über Wachstum und tropistische Bewegungserscheinungen der Rhizoiden thallöser Lebermoose. Bot Zeitg., Bd. 67. S. 201, 1909.

33. Hermann Ziegenspeck: Amyloid in jugendlichen Pflanzenorganen als vermutliches Zwischenprodukt bei der Bildung von Wandkohlenhydraten.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 25. Juni 1919.)

Beim Einlegen von Querschnitten durch den Stamm von *Lycopodium davatum* in Jodjodkalilösung färben sich die Wände des ganzen Siebteiles, vornehmlich aber die der Siebröhren blau, ohne daß eine Vorbehandlung stattgefunden hat. In stärkerem oder schwächerem Grade wiederholt sich das bei allen untersuchten einheimischen und ausländischen Bärlappen. Auch im Herbarmaterial sind die Siebröhren immer durch Bläuung ausgezeichnet, etwas launischer sind die anderen Zellen des Siebteiles und das Pericykel. Manche Arten (*L. Selago*) führen den eigenartigen Wandstoff in der Umgebung des Gefäßbündels, in der Intercellularsubstanz der Rinde, selbst in den radialen Zwischenlamellen der Epidermiszellen. Deutlich kann man es teilweise erkennen, daß die durch die Zellabrundung entstandenen Lücken förmlich damit verkittet werden. In älteren Teilen ist außer im Siebteil häufig das „Amyloid", wie wir es nennen wollen, verschwunden.

Die anderen Lycopodiaceen (*Psilotum*, *Selaginella*), Equisten, Polypodiaceen, Osmundaceen, Ophioglossaceen und Hydropteriden verhalten sich etwas anders. Hier tritt der Stoff nur in jungen, noch wachsenden Anteilen auf und ist durchaus nicht auf den Siebteil beschränkt, wenn dieser oft sich auch besonders dadurch hervorhebt. Gleichzeitig zeigt sich ein eigenartiger Glanz (die différenciation nacrée von LÉGER). In ausgebildeten Organen ist die Erscheinung verschwunden. Zum Erzielen etwas klarerer Bilder empfiehlt sich eine ganz kurze Aufhellung mit Eau de Javelle. Wegen der leichten Zerstörbarkeit der Amyloide ist jedoch eine zu lange Einwirkung zu vermeiden. Mitunter leistet Chloraljod n. A. MEYER oder Jodzuckerlösung gute Dienste. Ähnliches zeigen die jungen Nadeln und Triebe von Gymnospermen.

Von den Einkeimblättrigen, bei denen eine allgemeine Verbreitung des Amyloids in jugendlichen Organen bes. Siebröhren

zugegen ist, eignen sich die Knoten der Gramineen besonders zur Beobachtung. Wenn die Grasblüte noch in der Scheide steckt, *also das Internodium noch stark intercalar wächst*, bläuen sich die Siebteile des noch weichen Halmes deutlich in LUGOLscher Lösung. In der meristematischen Zone vermißt man zunächst die Färbung. Die Siebe:stlinge zeigen zuerst die Einlagerung von Amyloid. Während in der Folge die älteren, fertigen Anteile verblassen, schiebt sich die blaue Zone wie eine nach beiden Seiten abklingende Welle immer näher an den Holzteil heran. In den völlig ausgebildeten Bündeln ist die Jodbläuung ganz verschwunden.

Wegen des Verhaltens des Weichbastes lassen sich bei den Dicotyledonen 3 Möglichkeiten herausschälen.

1. Das Amyloid wurde nicht gefunden (*Ampelopsis, Tilia, Corylus, Quercus, Aristolochia*). Es möge hier dahingestellt bleiben, ob der Zustand fehlt oder sehr rasch durchlaufen wird, so daß er nicht zu erkennen ist.
2. Die Siebröhren allein geben Bläuung, heben sich daher scharf von dem kaum oder nicht gebläuten anderen Gewebe ab. Da aber auch hier jüngste und ältere Stammteile die Bläuung vermissen lassen, kann man auf einen besonderen Entwicklungszustand der Membran schließen (Polygonaceen, Compositen, Centrospermen, Labiatifloren u. a. m.).
3. Die Bilder gleichen den für die Gräser geschilderten (Umbelliferen, Ranunculaceen u. a.).

Unter den Laubmoosen eignet sich *Polytrichum* mit seinem „Zentralstrang und Blattspurgängen" besonders gut zur Beobachtung des Amyloidzustandes. Für die Deutung des Entwicklungszustandes wichtig war die Bläuung der noch wachsenden Spitze eines jungen Rhizoiden von *Dummortiera*. Man kann hier das Schicksal der Wandstoffe an einer einzigen Zelle verfolgen.

Ist somit eine weitest gehende Verbreitung des Amyloidzustandes der Wandungen gefunden, so möge eine kurze, etwas mehr chemische Betrachtung der Deutung der Erscheinung vorausgesandt werden.

Die bekannten „Reserveamyloide" (z. B. Samen von *Tropaeolum*) sind aus ganz verschiedenen Zuckerarten aufgebaut (Glycose, Galactose, Mannose, Arabinose). Daher sind sie auch ganz verschieden in ihrem Verhalten gegen die „Reagenzien" (Schweitzer und Glycerin 300°). Außer ihrer Jodbläuung zeichnen sie sich alle gegen verdünnte Säuren z. T. sogar Wasser durch geringe Widerstandsfähigkeit und leichte Löslichkeit aus, weshalb

man sie unter die Hemicellulosen rechnet. Dieser Begriff ist eine Schublade, in die man aber Körper ganz verschiedener chemischer Zusammensetzung und physiologischer Bedeutung wirft. Beim Keimen werden sie als echte Reservestoffe durch Fermente (Cytasen) verbraucht, aber die Beständigkeit diesen gegenüber wechselt.

Außer diesen natürlichen Amyloiden kennt man auch künstlich darstellbare. Die Mutterkörper dieser Zwischenprodukte des Abbaues durch Säuren oder Salze sind Hemicellulosen und Cellulose oder vielleicht besser gesagt Cellulosen. Jedem Botaniker und Chemiker sind sie von der Jodschwefelsäure und Chlorzinkjodreaktion her bekannt. Die bekanntesten dieser nicht sehr eingehend untersuchten Körper sind das Pergament und die Hydrocellulose des Filtrierpapiers. Durch Kochen mit Laugen erzielt man ähnliche Stoffe. Da sie Farben besser annehmen, macht man bei der „Mercerisation" in der Färberei von ihnen Gebrauch. Mit den natürlichen Amyloiden haben diese Abkömmlinge die geringere Beständigkeit gegen verdünnte Mineralsäuren gemeinsam.

Aus dem der Stärke ähnlichen Verhalten gegen Jodlösungen kann man somit kaum auf eine gewisse chemische Substanz schließen, doch dürfte dadurch ein gewisser Kolloidzustand gekennzeichnet sein, der das Jod ähnlich wie etwa das Chloroform unter Farbenerscheinung aufnimmt.

Unsere Amyloide waren zunächst gegen verdünnte Mineralsäuren ebenfalls wenig beständig. Manche wurden durch Cytasen verarbeitet. Obwohl der Verfasser mit A. MEYER nicht besonders viel auf Farbstoffspeicherung halten möchte, da man eben auch nur meistens Reagenzien auf gewisse Zustände hat, so möge hier die Erscheinung des Zurückhaltens von Farbstoffen erwähnt werden, das schon bei den Siebröhren von *L. clavatum* STRASBURGER (Praktikum) aufgefallen ist.

Zunächst ist die Frage zu entscheiden, ob die gefundenen Stoffe Speicherstoffe sind. Da einerseits die durch die Amyloide gespeicherte Menge meist nur eine sehr unbedeutende bei unseren Amyloiden ist, andererseits Hungerversuche bei *L. selago*, wo es sich um eine beträchtliche Masse handelt, ergebnislos waren, so dürften die Körper wohl kaum oder doch wenigstens ihre Mehrzahl nicht zu den Speicherstoffen gehören. Dagegen spricht auch das Vorkommen in nur ganz jungen, und das Fehlen in alten Teilen. Die Deutung des so verbreiteten Vorkommens von Amyloid

in sich noch entwickelnden Organen möchte der Verfasser in folgender Richtung suchen.

Ebenso wie die meisten Cellulosen und viele Hemicellulosen bei ihrem künstlichen Abbaue einen „Amyloidzustand" durchlaufen, so tritt auch bei ihrer Bildung in der Pflanze ein ähnlicher oder vielleicht der gleiche Zustand ein. Bei manchen Pflanzen kann ein solcher Zustand lange erhalten bleiben. Dahingestellt möge es aber immerhin noch bleiben, ob damit nicht irgend eine andere mechanische Eigenschaft, etwa größere Dehnbarkeit, Hand in Hand geht. Auch dürften sich Fälle von Speicheramyloiden in Stammorganen etwa noch finden lassen. Das Auftreten des Amyloids dort in jugendlichen Organen, besonders in der Siebröhrenwandung, wo es im Alter fehlt, stimmt mit dem Zwischenprodukte beim Aufbaue der Membranine gut überein. Die häufige spärliche Einlagerung des Stoffes in jugendliche Collenchymwandungen würde uns die doch bisher ziemlich rätselhafte Intussusception etwas verständlicher machen. Die Zucker werden in die Zellwandungen eingesaugt mit Fermenten gemeinsam, die nun hier ohne weitere Mitwirkung des Plasmas die Kondensation zu Polysacchariden hervorrufen. Ein Zwischenprodukt wären die sich mit Jod bläuenden Hydrocellulosen, denen wir die Amyloide zurechnen möchten. Daß Umwandlungen fern vom Plasma in Membranen stattfinden, ist ja des öfteren gefunden worden. Doch möchte hier der Verfasser eine Erscheinung besonders hervorheben, die schon früher von BUSCALIONI als „ähnlich den *Oxalatkristallen in Cellulosehüllen* eingeschlossene Stärkekörner" beschrieben wurde. Man kann diese sehr gut an nicht zu alten Blattstielen von Tropaeolen beobachten. Da *dieselben in* Diastase (Speichel) *auch* bei langem Verweilen unlöslich sind (Malzdiastase enthält Cytase, ist also hier nicht anwendbar!), so liegt keine Stärke vor. Der Verfasser möchte sie als Amyloidzwickel bezeichnen. Sie finden sich in vielen Collenchymen, und ihre Deutung ist an Entwicklungsstadien zu erkennen.

Die jungen Zellen haben ihre Wandungen schon ziemlich ausgebildet, sind schon teilweise über das „Amyloidstadium" hinaus. In dem Maße als sie sich abrunden, reißen die Außenlamellen an den Ecken auf, es entstehen Intercellularräume. In diese hinein, nehmen wir es einmal an, werden die die Füllungen bildenden Stoffe von den Zellen ergossen. An den Ecken werden die Ergüsse sich anhäufen, da hier die zweier Zellen zusammenstoßen. Als Zwischenprodukt bildet sich beim Aufbaue der Füllungen

„Amyloid“. Tatsächlich konnten solche Bilder gefunden werden. Die ganze Intercellulare ist mit Amyloid ausgekleidet. Zuletzt ist die Intercellulare ganz vorübergehend, sofern eine völlige Zwickelfüllung auftritt, mit Amyloid gefüllt. Auch das fand ich verwirklicht. In älteren Stadien wandelt sich das Amyloid in die gewohnten Substanzen um. Tritt keine völlige Ausfüllung mit Intercellularsubstanz auf, so konnten Partikeln gefunden werden, die innen Jod bläuten, außen dagegen mehr oder weniger bräunten. Das sind dann „die den ROSANOFFschen Oxalatdrüsen analogen Stärkekörner“ BUSCALIONIs.

Etwas ähnliches tritt bei der Keratenchymbildung aus obliterierten Siebröhren auf. Der Verfasser fand hier zwei Typen. 1. Ein einfaches Zerdrücken derselben. 2. Einen Erguß ins Lumen. Auch hier wurden Stadien mit Amyloidfüllung beobachtet. Die Quellung der Membranen dürfte somit nicht immer zu Recht bestehen. Da die Zwickelbildung und Keratenchymfüllung oft ziemlich langsam erfolgt, kann man hier das Amyloid noch in verhältnismäßig alten Organen mitunter finden.

Schon bei *Dummortiera* wurde erwähnt, daß man an ihren Rhizoiden die wachsende Zone durch das Amyloid ausgezeichnet findet. Ähnliches wurde, wenn auch weniger ausgeprägt, bei manchen Haaren und Wurzelhaaren gefunden.

Am Schlusse der Arbeit möge noch besonders hervorgehoben werden, daß es erstens ja noch nicht ausgemacht ist, daß bei allen Pflanzen der Amyloidische Zustand auftreten bezw. erkennbar sein muß.

1. Kann die Blaufärbung durch die Gelbfärbung umgebender Partien verdeckt sein. Es ist immer mißlich, ganz feine Körper unter Mikroskop auf Farben zu untersuchen. Eine Entfernung von Eiweißstoffen durch Eau de Javelle kann auch nicht immer erfolgen, da sonst das Amyloid leicht mit zerstört wird. Die Verwendung von Apochromaten ist wegen des sekundären Spektrums oft unbedingt erforderlich.
2. Muß man das bestimmte Stadium gerade finden.
3. Kann das Amyloidstadium vielleicht bei manchen Pflanzen so schnell durchlaufen werden, daß es sich der Beobachtung entzieht, so findet man z. B. beim Stärkeabbau auch nicht immer Amylodextrin.
4. Ist es durchaus nicht gesagt, daß immer Amyloid gebildet werden muß.

Zuletzt möge nicht versäumt werden, meinem hochverehrten Lehrer Prof. Dr. E. STAHL, Jena, für hilfreiche Unterstützung durch Übersendung und Überlassung von zum Teil wertvollem Material den herzlichsten Dank auszusprechen. Ja dadurch wurde die Arbeit, die während der Militärzeit des Verfassers verfertigt wurde, erst ermöglicht.

Fürth, 2. Oktober 1918.

„Amyloid". Tatsächlich konnten solche Bilder gefunden werden. Die ganze Intercellulare ist mit Amyloid ausgekleidet. Zuletzt ist die Intercellulare ganz vorübergehend, sofern eine völlige Zwickelfüllung auftritt, mit Amyloid gefüllt. Auch das fand ich verwirklicht. In älteren Stadien wandelt sich das Amyloid in die gewohnten Substanzen um. Tritt keine völlige Ausfüllung mit Intercellularsubstanz auf, so konnten Partikeln gefunden werden, die innen Jod bläuten, außen dagegen mehr oder weniger bräunten. Das sind dann „die den ROSANOFFschen Oxalatdrüsen analogen Stärkekörner" BUSCALIONIs.

Etwas ähnliches tritt bei der Keratenchymbildung aus obliterierten Siebröhren auf. Der Verfasser fand hier zwei Typen. 1. Ein einfaches Zerdrücken derselben. 2. Einen Erguß ins Lumen. Auch hier wurden Stadien mit Amyloidfüllung beobachtet. Die Quellung der Membranen dürfte somit nicht immer zu Recht bestehen. Da die Zwickelbildung und Keratenchymfüllung oft ziemlich langsam erfolgt, kann man hier das Amyloid noch in verhältnismäßig alten Organen mitunter finden.

Schon bei *Dummortiera* wurde erwähnt, daß man an ihren Rhizoiden die wachsende Zone durch das Amyloid ausgezeichnet findet. Ähnliches wurde, wenn auch weniger ausgeprägt, bei manchen Haaren und Wurzelhaaren gefunden.

Am Schlusse der Arbeit möge noch besonders hervorgehoben werden, daß es erstens ja noch nicht ausgemacht ist, daß bei allen Pflanzen der Amyloidische Zustand auftreten bezw. erkennbar sein muß.

1. Kann die Blaufärbung durch die Gelbfärbung umgebender Partien verdeckt sein. Es ist immer mißlich, ganz feine Körper unter Mikroskop auf Farben zu untersuchen. Eine Entfernung von Eiweißstoffen durch Eau de Javelle kann auch nicht immer erfolgen, da sonst das Amyloid leicht mit zerstört wird. Die Verwendung von Apochromaten ist wegen des sekundären Spektrums oft unbedingt erforderlich.
2. Muß man das bestimmte Stadium gerade finden.
3. Kann das Amyloidstadium vielleicht bei manchen Pflanzen so schnell durchlaufen werden, daß es sich der Beobachtung entzieht, so findet man z. B. beim Stärkeabbau auch nicht immer Amylodextrin.
4. Ist es durchaus nicht gesagt, daß immer Amyloid gebildet werden muß.

Zuletzt möge nicht versäumt werden, meinem hochverehrten Lehrer Prof. Dr. E. STAHL, Jena, für hilfreiche Unterstützung durch Übersendung und Überlassung von zum Teil wertvollem Material den herzlichsten Dank auszusprechen. Ja dadurch wurde die Arbeit, die während der Militärzeit des Verfassers verfertigt wurde. erst ermöglicht.

Fürth, 2. Oktober 1918.

Sitzung vom 25. Juli 1919.

Vorsitzender: Herr P. CLAUSSEN.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Siebert, Alfred, cand. rer. nat. in **Bad Lauterbach i. Harz** (durch J. REINKE und H. SCHROEDER),

Lundegårdh, Dr. **H.,** Dozent an der Universität **Lund** (Schweden) (durch EINAR NAUMANN und W. WÄCHTER),

Liese, Johannes, cand. phil. in **Berlin NW 87,** Waldstr. 15 (durch G. HABERLANDT und H. v. GUTTENBERG).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren

Wettstein, Fritz in **Wien,**

Rabanus, Dr. ***Adolf*** in **Augustenberg,**

Neef, Dr. **Fritz** in **Frankfurt a. M.**

Mitteilungen.

34. Hermann Moeller: Bemerkungen zu der Veröffentlichung von Ernst H. Pringsheim: Ein neues Verfahren zur Darstellung von Sporen im Bakterienkörper.

(Eingegangen am 10. Juli 1919.)

Unter obigem Titel veröffentlicht Herr PRINGSHEIM im Heft 4 ein Verfahren zur Färbung von Bakteriensporen. Es ist das aber nicht neu, sondern genau ebenso von mir schon im Jahre 1891 bekannt gegeben im Centralblatt f. Bakteriologie und Parasitenkunde, X. Bd. 1891, Nr. 9.

Das Wesentliche an dem Verfahren ist das Mazerieren der Bakterienmembran mit Chromsäure. Zum Nachfärben hat PRINGSHEIM Tusche und Cyanochin verwendet an Stelle der von mir

benutzten Farbstoffe Methylenblau und Malachitgrün, weil diese angeblich abblassen. Das dürfte darauf zurückzuführen sein, daß die Deckglaspräparate nicht, wie ich empfohlen hatte, in absol. Alkohol gehärtet wurden, sondern nur durch Durchziehen durch eine kleine Flamme, wodurch nicht immer das geformte Eiweiß für eine differenzierte Färbung genügend homogenisiert wird. Mein Färbungsverfahren ist vielfach veröffentlicht, es findet sich unter anderen in ABEL, Taschenbuch f. d. bakteriologischen Praktikanten, III. Aufl. 1894, S. 28, und in den Tabellen z. Gebrauche bei mikroskopischen Arbeiten von W. BEHRENS, 3. Aufl. 1898, S. 138.

Göttingen, im Juli 1919.

35. Hugo Fischer: Spezifische Assimilationsenergie.

(Eingegangen am 14. Juli 1919.)

Mit diesen Zeilen möchte ich die Aufmerksamkeit der auf theoretischem Gebiet arbeitenden Pflanzen-Physiologen auf eine Erscheinung lenken, die zwar auffällig und keineswegs unbekannt, doch seitens der wissenschaftlichen Forschung, soweit ich es überblicken kann, noch wenig gewürdigt zu sein scheint.

Der Begriff der „Spezifischen Assimilationsenergie" ist ja auch durchaus nicht neu. Sehr interessante Angaben finden sich z. B. bei WILLSTÄTTER & STOLL, Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure, Berlin (SPRINGER) 1918. Auf S. 108 ff. finden wir die Assimilation zahlenmäßig auf die im Blatt vorhandene Chlorophyllmenge zurückgeführt, bei normal grün- und bei gelbblättrigen Varietäten von Holzgewächsen: *Quercus robur Sambucus nigra, Ulmus sp.* Die normal grünen Blätter verarbeiten die absolut größere Kohlensäuremenge, aber die gelben weit mehr, wenn man die Assimilationstätigkeit auf die Chlorophyllmenge umrechnet. So auch reduzieren (S. 135) etiolierte, dann im Licht ergrünende Blätter, gemessen an der Chlorophyllmenge, weit mehr Kohlensäure, als z. B. jugendliche, eben aus der Knospe hervorbrechende Blätter. Wichtig für uns ist das unterschiedliche Verhalten älterer und jüngerer Blätter derselben Pflanze (S. 91).

Zur spezifischen Assimilationsenergie gehören aber auch folgende Erscheinungen:

Von vielen unserer Zierpflanzen gibt es (in den Samenpreislisten meist besonders hervorgehobene Sorten, die sich häufig bei *schwächerer Stamm- und Blattbildung (daher die Bezeichnungen:* nana, pumila, compacta u. a.) vor der Stammform durch einen verhältnismäßig sehr großen Blütenreichtum auszeichnen. Selbst wer noch immer nicht zugestehen will, daß die Blütenbildung vom Überschuß an Assimilaten abhängt[1]), muß doch das zugeben, daß die Blütenbildung infolge von Atmung große Mengen an Kohlenhydraten verbraucht, und diese müssen in obigen Beispielen von einem verhältnismäßig kleinen, also wohl in höherem Grade tätigen Assimilationssystem geliefert werden. Dazu tritt bei diesen Sorten die Blühreife nicht später, sondern häufig früher ein, was auch auf eine fleißige Assimilationsarbeit hinweist.

Eine allbekannte Tatsache ist, daß der Knollen- und Stärkeertrag der Kartoffelpflanze keineswegs in gleichem Verhältnis zur Krautbildung steht; manche Sorten bringen viel Blattwerk, aber geringeren Ertrag, bei anderen ist es umgekehrt. Da alle Assimilate aus den Blättern stammen, müssen diese wohl sehr verschiedene Mengen davon erzeugen können.

Von der Rübe, *Beta vulgaris*, werden zwei Hauptrassen kultiviert, der Mangold als Blattgemüse, mit dünner Wurzel, und die dicken, mit Assimilaten (vorwiegend Saccharose) vollgepfropften Runkel- und Zuckerrüben; bei letzteren ist aber das Blattwerk viel schwächer entwickelt als bei den ersteren, es müssen also in der assimilatorischen Leistung große Unterschiede bestehen.

Nicht ausgeschlossen ist, daß dabei die stark speichernde Wurzel einen kräftigeren Anreiz auf die Arbeit der Blätter ausübt. Entsprechend dem allgemeinen Satz, daß chemische Umsetzungen durch Anhäufung der Reaktionsprodukte gehemmt, bei regelmäßiger Entfernung derselben fortgesetzt werden, könnte auch hier, neben dem „Angebot“ seitens der Blätter, die „Nachfrage“ seitens des Speicherorgans eine ausschlaggebende Rolle spielen. Sicherlich besteht ein großer Unterschied in der Tätigkeit eines abgeschnittenen und eines an der Pflanze belassenen Blattes, da bei letzterem die Ableitung weit stärker ist. Das, was ich hier, in wohl nicht mißzuverstehender Weise, kurz als „Angebot“ und „Nachfrage“ bezeichne, scheint überhaupt im Stoffwechsel und darüber hinaus in der Entwicklung der Pflanzen von sehr wesentlicher Bedeutung zu sein. Die ursächlichen Beziehungen aber

1) Vgl. O. LOEW: Flora 94, 1905, S. 124, H. FISCHER: ebenda S. 478.

zwischen Stoffwechsel- und Entwicklungs-Physiologie bieten noch ein sehr weites Feld für die Forschung dar.

Abgestufte Assimilationsenergie dürfte auch den verschiedenen Blättern einer und derselben Pflanze eigen sein: Licht- und Schattenblätter der Bäume, Grund-, Stengel- und Hochblätter der krautigen Pflanzen sind höchst wahrscheinlich in dieser Hinsicht einander nicht gleichwertig.

Sehr deutlich scheinen für eine Verschiedenheit in der spezifischen Assimilationsenergie die Ergebnisse von DOSTAL[1]) zu sprechen. An *Circaea* (weiter an *Scrophularia* und *Sedum*) beobachtete er, daß beblätterte Knoten, als Stecklinge gepflanzt, sich ganz verschieden je nach der Stengelhöhe, der sie entnommen waren, verhielten: Die oberen brachten Blütentriebe, die mittleren Blattsprosse, die unteren Ausläufer hervor. Entfernte oder verdunkelte er das Tragblatt, so entstanden stets nur Blattsprosse. D. deutet wohl ziemlich richtig seine Beobachtungen so, daß Blühen oder Nichtblühen eben in obigem Sinne auf das Verhältnis der Kohlenhydrate zu den Mineralsalzen zurückgehe. In seiner Besprechung in Ztschr. f. Bot. **4**, 1911, S. 305 meint H. WINKLER, es wolle scheinen, als ob hier die Dinge doch noch komplizierter lägen. „Was zu erklären ist, ist doch die verschiedene morphologische Wertigkeit der *einzelnen* Stengelregionen." Dem ist aber zu entgegnen, daß die morphologische Wertigkeit ein künstlich konstruierter Begriff, und das zu Erklärende der physiologische Unterschied ist. Und der erklärt sich wohl so, daß zunächst zwischen Blühen und Nichtblühen die spezifische Assimilationsenergie entscheidet. Woher aber dieser Unterschied zwischen Oben und Unten? Die unteren Blätter sind der natürlichen Kohlensäurequelle, dem Boden, näher, also mit CO_2 wohl besser versorgt als die oberen. Kann es da Wunder nehmen, wenn die oberen Blätter auf höhere Assimilationsenergie eingestellt sind als die unteren? Das wieder verschiedene Verhalten der untersten Nodi erklärt sich vielleicht durch eine dort vorhandene Stärkespeicherung? Dann aber dürfte auch das Gegenstück zur CO_2-Assimilation, die Bodenernährung — die Salze kommen ja dem unteren Teil der Pflanze zuerst zunutze — mit hineinspielen. Das Verhalten nach Abschneiden oder Verdunkeln der Blätter deutet jedenfalls darauf hin, daß die Pflanze, wie bei anderen Regenerationsvorgängen auch, zuerst das neubildet, was ihr am dringendsten fehlt: Assimilierende Organe. Jedenfalls kommen wir in solcher Frage viel

1) Flora **103**, 1910, S. 1.

weiter mit kausaler (oder, wenn das besser lautet: konditionaler) Forschung als mit morphologischer Wertigkeit.

Auf Unterschiede in der Assimilationsenergie weisen deutlich auch die „klassischen" Versuche von SACHS mit *Begonia* und von GOEBEL mit *Achimenes*[1]). Es ist vielleicht nicht überflüssig, die Worte des Ersteren im Auszuge zu wiederholen: „Ich ließ Ende Mai eine größere Zahl von *Begonia*-Blättern (*Beg. rex*) abschneiden und auf Sand legen. Es entstanden nach wenigen Wochen zahlreiche Knospen. Von Blütenknospen war an ihnen nichts zu finden. Erst als die stark herangewachsenen Brutknospen zu kräftigen Pflanzen mit 8—10 mächtigen Blättern herangewachsen waren, Anfang November, zeigten sich die ersten Infloreszenzen. Diese im Mai ausgelegten Blätter haben also eine Brut erzeugt, die erst nach eigener 5monatiger Assimilationstätigkeit zur Blütenbildung kam. — Ganz anders war es bei 15 großen Blättern, welche erst Ende Juli von kräftigen, blühreifen Pflanzen abgeschnitten und auf Sand gelegt wurden . . . Schon nach 10 bis 15 Tagen zeigten sich . . . Brutknospen, und bereits im September waren 3 kräftige Infloreszenzen deutlich zu sehen; die Ende Oktober aufblühten . . . Diese im Juli ausgelegten Blätter waren selbst am 22. November noch ganz frisch und gesund."

GOEBEL a. a. O. bezieht sich auf diesen Fall und schreibt selbst: „Ich habe diesen Versuch mit *Achimenes* wiederholt, mit demselben Erfolg. Wenn man Blätter aus der Blütenregion nimmt, so entstehen Adventivsprosse, die früher zur Blütenbildung übergehen als die an Blättern aus der basalen Region entstandenen."

Der Unterschied in den beiderlei Versuchen besteht also darin, daß SACHS die Stecklingsvermehrung zu zweien Zeiten vornahm, GOEBEL die Blätter gleichzeitig in verschiedenen Höhen entnahm. Im ersteren Fall wird ausdrücklich betont, daß im Juli besonders große, lebenskräftige Blätter benutzt wurden, die wohl die daraus erwachsenen Sprosse entsprechend reichlich mit Assimilaten versorgen konnten; für den Versuch von GOEBEL gilt aber wohl gleichermaßen, was oben zu DOSTAL bemerkt wurde: verschiedene Assimilationsenergie in den Blättern verschiedener Stockwerke der Pflanze. Die Tätigkeit „blütenbildender Stoffe" ist in keinem dieser Versuche einwandfrei bewiesen.

Solchen Beweis hat auch MATHISZIG[2]) nicht erbracht, wenn

1) SACHS, Flora 81, 1892; Ges. Abh. 2, S. 117. GOEBEL, Organographie d. Pfl. Jena 1891—1901, S. 39.

2) Über einige selbststerile Blüten . . . Diss. Königsberg 1918.

er selbst auch dieser Meinung ist. Seine an *Sempervivum* gewonnenen Beobachtungen erklären sich wohl auch am ungezwungensten so, daß die *Pflanze* in verschiedenen Entwicklungszuständen auf verschiedene Stoffwechselzustände eingestellt ist, die sich dann auf die Tochter-Rosetten übertragen. Da diese durch Teilung aus den Zellen der Mutterpflanze entstehen, ist solche Übertragung nicht im mindesten wunderbar — nicht wunderbarer als etwa das, daß die Ableger rotblühender Pflanzen wieder rot blühen. M. meint zwar: „wenn wir erst durch Häufung gleichartiger Fälle gezwungen werden, das Vorhandensein spezifischer Bildungsstoffe . . . als bedingend anzusehen, würde die gröbere (!) mechanistische Theorie der Korrelation, wie sie besonders in der Lehre *von Stoffstauung und Stoffentzug ihren Ausdruck gefunden hat,* mehr und mehr zurückgedrängt werden." Mir freilich will scheinen, daß es wissenschaftlich ganz und gar nicht darauf ankommt, ob eine Anschauung „gröber" oder „feiner" mechanistisch, sondern ganz allein darauf, ob sie richtig ist; mechanistisch ist die *Lehre von den blütenbildenden Stoffen (!) ja auch. Nach den* Arbeiten von KLEBS, BENECKE und LOEW[1], deren erstere die Wirkung der Kohlenhydrate auf die Fortpflanzung von Algen, die beiden andern die des Stickstoffentzuges auf Algen bezw. Blütenpflanzen klar beweisen, sollte man doch nicht über unsere Frage vom Geschmacksstandpunkte, ob gröber oder feiner, aburteilen, sondern von beobachteten Tatsachen aus. Die sichtbaren Folgen der Stoffstauung infolge des Ringelns bei Obst- und anderen Bäumen reden doch auch eine deutliche Sprache!

Für die „blütenbildenden Stoffe" führt auch M. noch die Versuche von SACHS, unter Ausschluß der ultravioletten Strahlen, ins Feld. Der Irrtum kehrt immer wieder, seine Richtigstellung ist vergessen! KLEBS[2]) hat schon 1900 gezeigt, daß die Chininlösung im Licht sich sehr rasch trübt und dann die Blütenbildung hemmt; füllte er die Gefäße alle paar Tage mit frischer Lösung, dann wirkte diese auf die Versuchspflanzen nicht anders wie reines Wasser. An diese Tatsache muß also wieder einmal erinnert werden; M. hat sie übersehen, obwohl auch von mir a. a. O. darauf hingewiesen ist. Mich selbst aber hat M. gründlich mißverstanden, wenn er (S. 45) einen Gegensatz zu LOEW herausfindet; mir war oder ist kein solcher bewußt.

1) KLEBS, *Bedingungen der Fortpflanzung. Jena 1896, S. 96 ff.*
BENECKE, Bot. Ztg. 1898.
O. LOEW, Flora **95**, 1905, S. 324.

2) Ber. d. D. Bot. Ges. **18**, 1900, S. (201).

Die blütenbildenden Stoffe reiht M. dem allgemeinen Begriff „Wuchsenzyme" ein. Nun, über Enzyme läßt sich reden. Blütenbildung steht in engster Beziehung zu sehr lebhaftem Stoffwechsel; letzterer aber findet im Tier- wie im Pflanzenreich wohl niemals ohne Enzyme statt. Aber, wenn Enzyme die Ursache des Blühens sein sollen, muß man doch fragen: wo kommen nun wieder die Enzyme her? Sind sie „causa sui"? Für Wuchsenzyme sprechen ja sehr deutlich zwei schöne Arbeiten von HABERLANDT[1]); wenn man nun ähnliches für die Blütenbildung heranziehen will, so können Enzyme immer nur Vermittler sein, die eben unter denjenigen Bedingungen entstehen, welche wir nach Beobachtung und Erfahrung als der Blütenbildung günstige Bedingungen kennen, also in erster Linie: Überwiegen der Lufternährung über die Bodenernährung. Dabei spielt aber selbstverständlich auch der innere Stoffwechselzustand der Pflanze, der individuell, oder Art- bezw. Sorteneigentümlichkeit, oder durch Vorbehandlung bedingt sein kann, eine wesentliche Rolle.

Jedenfalls ist die Frage der spezifischen Assimilationsenergie ein weites und wichtiges Forschungsgebiet, das sich mit Hilfe neuzeitlicher Methoden (vgl. namentlich WILLSTÄTTER) in mancherlei Richtung wird bearbeiten lassen.

---

1) Sitzber. Königl. Preuß. Akad. Wissensch., Berlin, 45, 1913, 46, 1914.

36. Hugo Fischer: Apogamie bei Farnbastarden.

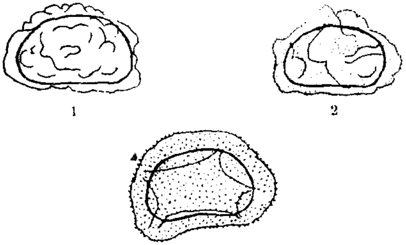
(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 15. Juli 1919.)

Anlaß zur Bekanntgabe dieser Zeilen bietet mir das im vorigen Jahre erschienene Werk von ERNST: Bastardierung im Pflanzenreiche als Ursache der Apogamie. Ich bin in der Lage, zu der Frage einige Beiträge zu liefern, die freilich größtenteils schon veröffentlicht sind, an einer Stelle freilich, wo E. sie übersehen hat: Sitzungsber. d. Ges. Naturforschender Freunde, Berlin 1912, S. 521. E. erwähnt nur meine in diesen Berichten, 27. B., 1909, S. 495 stehende Mitteilung betr. *Aspidium remotum* Al. Br. (Nach der jetzt anerkannten Nomenklatur muß die Pflanze wohl *Dryopteris remota* heißen.) Von der genannten Form, dem mutmaßlichen Bastard *Dr. filix mas* × *spinulosa*, standen mir dreierlei Proben zur Verfügung, gesammelt auf der Vogesen-Exkursion der D. B. G. 1908: 1. nahe dem Fischbödele am Fuß des Hohneck, 2. westlich der „Schlucht", gegen Retournemer, 3. von ebenda in den Botanischen Garten zu Dahlem verpflanzt, Sporen 1909 geerntet. Auf 1. bezog sich meine erwähnte Veröffentlichung betr. Apogamie, dieselbe Beobachtung wiederholte sich bei 3., während Probe 2. bei wiederholten Aussaaten, unter gleichen Bedingungen wie die andern, niemals zur Keimung zu bringen war. Bei allen sind übrigens die Sporen, wie auch bei einer im September 1916 dem Botanischen Garten zu Darmstadt entnommenen Probe Nr. 4, völlig normal ausgebildet; die sonst bei hybriden Farnen häufigen, oft überwiegenden, abortierten Sporen fanden sich nur ganz vereinzelt, nicht häufiger, als sie sonst bei guten Arten vorkommen.

Diese Sporen selbst sind nun aber denen von *Dr. spinulosa* durchaus ähnlich, deutlich verschieden von denen der *Dr. filix mas*. Letztere haben ein in kurzen, rundhöckerigen, in sich glatten Falten dem Exospor aufliegendes Epispor; die beiden Hauptformen der *Dr. spinulosa: subsp. eu-spinulosa* und *dilatata*, sind im Aussehen der Sporen deutlich verschieden: bei ersterer sind die Episporfalten viel größer und zahlreicher, aber weitläufiger als bei *filix mas*, und feinkörnig; die von *subsp. dilatata* zeigen noch größere, nur an wenigen Stellen aufliegende, grobkörnige bis fein-

stachlige Falten. Zwischen beiden zeigen sich freilich in jeder Sporenprobe Übergänge, so daß man nicht jede einzelne Spore als dieser oder jener Form zugehörig bestimmen könnte, im ganzen ist aber der Unterschied deutlich. Die Sporen der *Dr. remota* ähneln nun mehr denen der *f. dilatata* als der *f. eu-spinulosa*, jedenfalls nicht denen der *Dr. filix mas*. (vgl. die Abb.). An den Vogesen-Standorten fand sich von den beiden *subsp.* nur *dilatata*, die also als Elterform neben *Dr. filix mas* in Frage kommt. *Dr. remota* hat also die Sporenform wie die Stachelspitzen von *dilatata*, von *filix mas* die Wedelform geerbt; wenn diese auch von



1 2 3

Abb. 1. Sporen von *Dryopteris filix mas* (1), *eu-spinulosa* (2) und *dilatata* (3). Vergr. 480.

der typischen *filix mas* zur andern Elterart hinüberweist, so trifft man doch nicht allzuselten, namentlich an schattigeren Stellen, Formen von *filix mas*, die in der Wedelform über die von *remota* hinausgehen: der Stiel wird länger, die Spreite relativ kürzer, die untersten Primärfiedern sind nur wenig kürzer als die längsten des ganzen Wedels, diese längsten sind die zweit- oder dritt-untersten, während beim Typus die größte Breite viel höher, etwa beim achten Fiederpaare, liegt.

Die aus jener ersten Zucht herangewachsenen Exemplare der *Dr. remota* waren übrigens völlig konstant und unter sich gleich. Mein Interesse für Farnbastarde hing zu einem großen Teil an der Frage, ob in der Nachkommenschaft eine Art Mendelspaltung der elterlichen Merkmale zu finden wäre. Das ist nun freilich bei apogamer Fortpflanzung ausgeschlossen.

Ein einziges Mal unter zahlreichen Vorkeimen sah ich ein verkümmertes Archegonium, oft aber normale Antheridien, die im Wasser aufplatzten und zahlreiche Samenfäden austreten ließen; diese schwammen sehr lebhaft umher, schienen also wohl normal entwickelt. Das ist von Interesse in bezug auf eine freundliche Mitteilung von Herrn Apotheker WOYNAR in Graz, der an verschiedenen Tiroler Standorten der *Dr. remota* Zwischenformen dieser beiden Elterarten gefunden hat, die dann, wenn die Vorkeime des Bastardes befruchtungsfähige Samenfäden hervorbringen, sehr wohl durch eine zweite Kreuzung, mit Archegonien der Elterarten, entstanden sein können, was aber die andere Möglichkeit: einfache Bastarde, die mehr nach dieser oder jener Stammart hinneigen, nicht ausschließt.

Andere Fälle von Apogamie bei hybriden Farnen, die ich beobachten konnte, sind folgende:

Dryopteris Boottii (= *Dr. spinulosa* × *cristata*); das Material verdanke ich Herrn Apotheker E. WALTER in Zabern; es wies zahlreiche abortierte, aber auch viele normale Sporen auf (im Gegensatz also zu meinen Proben von *Dr. remota*). Die Aussaat keimte gut, ein Teil der Vorkeime entwickelte Archegonien, die aber nicht zur Reife gelangten, Antheridien fand ich überhaupt nicht. Dafür entstand eine Anzahl apogamer Keimpflänzchen, in der üblichen Weise.

Polystichum lobatum × *aculeatum*, ebenfalls von Herrn WALTER erhalten. Sporen teils normal, teils verkümmert. Zahlreiche Vorkeime, die z. T. normal aussehende Archegonien, vielfach Antheridien mit ausschwärmenden Samenfäden trugen, trotzdem faud ich Keimpflanzen nur apogam entstanden.

Asplenum germanicum (mutmaßlich *A. septentrionale* × *trichomanes*) ist wohl unser interessantester Farnbastard, erstens wegen der recht entfernten Verwandtschaft der beiden anzunehmenden Elterarten, zweitens, weil es trotzdem der häufigste von allen Farnbastarden ist. Es ist jetzt über ein Vierteljahrhundert, daß ich diesem Pflänzchen nachgehe. Es zu finden ist nicht mehr leicht, denn die Hunderte von Standorten, welche die Floren angeben, sind doch größtenteils nur die Stellen, wo die Pfanze ausgerottet ist. An ihr kann man, wenn man sie hat, in typischer Weise das Abortieren der Sporangien und der Sporen verfolgen: in allen Stadien, von ganz jugendlichen an, enthalten die Sori, oft nicht unter dem Indusium hervortretend, die abgestorbenen Sporangien mit formlosem, schwarzbraunem Inhalt. Zur Ausbildung normaler Sporen scheinen immer erst ältere Stöcke gelangen zu

können[1]), und auch diese bringen immer zum weitaus größten Teil nur verkümmerte Sporangien und Sporen hervor. Es ist aber ganz gewiß nicht richtig, wenn die Mehrzahl der Autoren meint, daß *A. g.* niemals keimfähige Sporen hervorbringe. Ich habe mehrere Male Kulturen davon gehabt; wenn man ganze Wedelstücke auf Nährlösung legt, so kommen, oft erst nach Monaten, aus den Indusien heraus, ganze Büschel von Vorkeimen herausgesproßt, also aus Sporangien, die gar nicht normal aufgesprungen sind. Leider kann ich von dieser so merkwürdigen Pflanze keine sicheren Angaben über die Fortpflanzung machen: ein einziges Mal gelang es mir, eine Keimpflanze groß zu ziehen, und die wurde reines *A. trichomanes;* also war das Sporenmaterial verunreinigt, was natürlich bei draußen gesammelten Proben nie zu vermeiden ist. Die anderen Kulturen wurden mir teils durch Algen-Überwucherung, teils durch ein Insekt vernichtet, eine „Trauermücke" (*Sciara sp.*), die in Farn- und Orchideengärtnereien oft großen Schaden anrichtet. Ob also *Asplenum germanicum* sich apogam fortpflanzt, kann ich auch heute noch nicht bestimmt versichern. Ich wäre jedem Fachgenossen dankbar, der mir geeignetes Material, auch in kleinster Probe, zuschicken könnte und wollte; das Einsammeln müßte nicht zu früh im Jahre geschehen, denn *A. g.* reift, wenn überhaupt, seine Sporen erst spät, im August — September, wenn seine Verwandten meist schon ausgestäubt sind, oder schon eine zweite Gruppe fertiler Wedel hervorbringen.

Asplenum viride × trichomanes. Diesen Bastard hat wohl MILDE ursprünglich in seinem *A. adulterinum* vermutet, daher der Name! Aber diese zweifellos gute Art, die ich auf den Bleibergen bei Jannowitz (Vorberge des Riesengebirges) und auf den Költschenbergen bei Schweidnitz gesehen, ist von obigem Bastard ganz sicher weit verschieden: die straff-aufrechte Haltung der Wedel bei im Stielchen horizontal gedrehten, treppenförmig gestellten Fiedern. Dieses Merkmal hat der Bastard *v. × t.* nicht! Seine Wedel stehen, wie die der Stammarten, mehr ausgebreitet-aufsteigend. Ich fand diese Hybride im August 1915 als spontan entstanden in dem Alpinum, das sich E. WOCKE[2]), Kgl. Garteninspektor in Oliva bei Danzig, im dortigen Garten angelegt hat. Die — bis auf die Rhaphe — einander so ähnlichen Eltern standen

1) Das stimmt gut zu der Beobachtung von WETTSTEIN (Wiesner-Festschrift, Jena 1908, S. 868), wonach auch zuvor sterile *Sempervivum*-Bastarde mit vorrückendem Alter fruchtbar wurden.

2) Bekannt durch sein Buch über die *Kultur der Alpenpflanzen.*

nicht fern; die Hybride verriet sich ohne weiteres durch die unten glänzend schwarze, etwa von der Mitte an ziemlich scharf abgesetzt, hellgrüne Spindel. Abortierte Sporen und Sporangien fand ich verhältnismäßig selten; die Aussaat ergab eine Menge von Vorkeimen, an diesen einzelne Keimpflanzen, sämtlich apogam, ohne daß ich irgend Archegonien oder Antheridien gesehen hätte.

Die Meinung von ERNST, daß Bastardierung allgemein die Ursache von Apogamie im Pflanzenreiche sei, würde somit durch meine leider unter schwierigen Verhältnissen und mit großen Unterbrechungen fortgeführten Farnstudien eine sehr wesentliche Stütze bekommen.

Ein anderes Gesicht gewinnt aber die Frage, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß Apogamie[1]) doch auch bei guten Arten wie *Pteris cretica* und *Cyrtomium falcatum* ausnahmslos, oder bei Monstrositäten, z. B. solchen von *Dryopteris filix mas* und *Athyrium filix femina*, oder ganz gelegentlich bei einzelnen Stöcken sonst normal geschlechtlicher Arten, wie sie KNY auf einer seiner Wandtafeln von *filix mas* abbildet und ich 1893 von *filix femina* (diese Ber. B. 27, 1909, S. 498) beobachtet habe. Ein zweifelloses Urteil für Bastardnatur gibt also die Apogamie nicht!

Denn Apogamie habe ich auch vor etlichen Jahren bei einem Farn festgestellt, für den eine hybride Herkunft nur dann in Frage kommen könnte, wenn man eine unbekannte, längst ausgestorbene Art als anderen Elter vermuten wollte, das ist die seltene var. *paleacea* der *Dryopteris filix mas*, die sich vom Typus durch kräftigen Wuchs, stark entwickelte Spreuschuppen und das lederige, sich nicht von selbst umschlagende, sondern durch den nachwachsenden Sorus gesprengte Indusium auszeichnet. Mein Material sammelte ich, unter Führung von Herrn WALTER-Zabern, westlich der „Schlucht" (vgl. o.); die Sporenaussaat ergab völlig ungeschlechtliche Vorkeime und eine kleine Anzahl apogam erzeugter Keimpflänzchen. Dasselbe konnte ich bei drei anderen Sporenproben nach geschehener Aussaat feststellen, die ich brieflich ebenfalls von Herrn WALTER erhielt, von denen zwei zwar nur als „Übergangsformen zu var. *paleacea*" bezeichnet waren, aber auch apogame Fortpflanzung verrieten. Während die oben geschilderten Farnhybriden zum Teil Archegonien (diese allerdings meist anormal) und Antheridien mit Spermatozoen hervorbrachten, waren die Vorkeime dieser var. *paleacea* stets ganz ohne Andeutung solcher!

---

1) Eine Zusammenstellung der mir damals aus der Literatur bekannten Fälle habe ich in diesen Berichten, a. a. O., gegeben.

Sehr auffallend ist eine Beobachtung, die ich an *Dryopteris spinulosa* subsp. *dilatata* gemacht habe: Sporenproben, von mir im westlichen Riesengebirge, im Isergebirge und im Oberharz gesammelt, zeigten nur wenige normal ausgebildete, zum größten Teil verkümmerte Sporen. Keimung habe ich noch bei keiner dieser Proben erzielen können, was sehr zu bedauern, habe auch seither an vielen anderen Proben der Unterart niemals wieder Sporenabort gefunden. Wie ist aber dieser Abort zu erklären? Um Bastardstöcke kann es sich kaum handeln, ich habe ja gerade von typischen Exemplaren der Unterart die Proben entnommen. Es könnte auch wohl nur der Bastard *Dr. eu-spinulosa* × *dilatata*, in ganz zu letzterer Form hinneigenden Stöcken, in Frage kommen. Pflanzen aber, die mir hier und da als zu *dilatata* hinüberneigende *eu-spinulosa*, oder umgekehrt, auffielen, die also eher als obige hybridverdächtig waren, zeigten Sporenverkümmerung nicht. Was diese zu bedeuten habe, ist also noch eine offene Frage.

Daß *Dr. dilatata* mindestens als gute Unterart, sicher nicht als bloße Standorts- (Schatten-) Modifikation aufzufassen ist, geht aus einer ganzen Reihe von Tatsachen hervor: In ein schattiges Zimmer gestellte *spinulosa* verliert zwar den sonst meist straff-aufrechten Wuchs (wenigstens bei älteren, sporentragenden, nicht zu schattig wachsenden Stöcken ist dieser sehr auffallend) und nimmt die ausgebreitete Wedelstellung der *dilatata* an, aber nicht deren sonstige Merkmale. An sonnigem Standort ins Freie gepflanzte *dilatata* behält ihren Wuchs aber bei, nur wird sie heller grün und rollt die Fiederchen[1]) stark ein (Licht- und Trockenschutz!); die weitergehende Zerteilung bleibt bestehen. Auch jugendliche Exemplare der beiden Unterarten (Keimpflanzen konnte ich bisher nicht vergleichen) zeigen sich schon deutlich verschieden. An ganz jungen Vorkeimen der *dilatata* beobachtete ich ein Merkmal (Aussaat von mehreren Proben), nämlich tonnen- bis kugelförmige Anschwellung der Keimfadenzellen, wie ich sie weder bei *spinulosa* noch bei irgend einem andern Farn, unter ganz gleichen Kulturbedingungen gesehen habe; in allen anderen Fällen fand ich die ersten Fadenzellen ganz oder nahezu zylindrisch.

An einer meiner Aussaaten von *Dr. dilatata* beobachtete ich merkwürdiges morphologisches Verhalten etlicher Prothallien: am Vorderende der Mittelrippe wuchs ein fleischiger, gerader, am

---

1) So auch in der Natur an abgeholzten Stellen. Obwohl dies nur eine rein physiologische Reaktion ist, ist diese „Form" als besondere „var. *recurvata*" beschrieben worden!

Ende zugespitzter Zapfen annähernd horizontal oder etwas aufsteigend, hervor, bis über 10 mm lang, 2 mm dick, 3—4 mm breit, lebhaft grün, über und über dicht und durcheinander, ohne erkennbare Verteilungsregel. mit Antheridien und Archegonien bedeckt. Das größte dieser Gebilde trug an seiner Spitze sechs etwa 5 mm lange, fleischigen Blättchen ähnliche Auszweigungen, ebenfalls dicht mit beiderlei Sexualorganen überzogen.

Zum Schluß eine (wie die vorigen schon vor Jahren gemachte) Beobachtung an *Cystopteris fragilis*. In zwei Aussaaten fand ich Gebilde, die an HEILBRONNs *f. polyapogama*[1]) erinnerten, aber normale Geschlechtsorgane trugen; die Vorkeime waren, unbefruchtet geblieben, bis über 1 cm lang geworden und bildeten nun längs der Mittelrippe kräftige Höcker aus, mit je einer Antheridiengruppe oder einem Archegonium gekrönt. Einzelne Höckerzellen wuchsen in Fäden aus, die wieder zu Vorkeimen wurden; diese sekundären Prothallien sproßten manchmal so üppig, meist reihenweise, hervor, daß die Mittelrippe ein ganz eigenartiges „gefiedertes“ Aussehen bekam. Leider habe ich diese letzteren, recht merkwürdigen Dinge äußerer Umstände halber nicht weiter verfolgen können.

1) Flora 101 (N. F. 1) 1910, S. 1 ff.

37. J. Liese: Über den Heliotropismus der Assimilationszellen einiger Marchantiaceen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 25. Juli 1919.)

Untersuchungen über den Einfluß der Lichtrichtung auf die Stellung der Palisadenzellen brachten mich auf den Gedanken, die Wirkung zu studieren, welche einseitige Beleuchtung auf das Assimilationsgewebe der Marchantiaceen ausübt. Die assimilierenden Zellen sind hier im Gegensatz zu den allseits mit Nachbarzellen verbundenen Palisadenzellen der höheren Pflanzen nur einseitig am Boden der Luftkammern inseriert, haben also zweifellos von vornherein größere Bewegungsfreiheit. Ich vermutete auf Grund von Beobachtungen bei andauernd einseitig beleuchteten Laubblättern, daß das bei den Marchantiaceen vorhandene algenfadenähnliche Assimilationssystem sich positiv heliotropisch einstellen würde, daß also in einem transversalheliotropischen Organ einzelne Gewebekomplexe positiv heliotropisch sein könnten. Eine derartige Anisotropie hat bereits STAHL[1]) gefunden. Die unter normalen Verhältnissen papillenförmig vorgewölbten Rindenzellen der plagiotropen Flechte *Endocarpum pusillum* zeigen nach ihm bei großer Feuchtigkeit ein starkes positiv heliotropisches Auswachsen. Auf diese Angabe geht SACHS[2]) in seiner Arbeit über orthotrope und plagiotrope Pflanzenteile, in der insbesondere *Marchantia* behandelt wird, ein und versucht den Plagiotropismus dorsiventraler Organe durch den positiven Heliotropismus ihrer einzelnen Komponenten zu erklären. Meine Versuche mit einigen Marchantiaceen haben nun in der Tat das Vorhandensein positiv heliotroper Teile des Thallus in Gestalt des Assimilationssystems ergeben. Als Versuchsobjekte habe ich vor allem *Fegatella conica*, *Marchantia polymorpha* und *Lunularia cruciata* benutzt. Im folgenden teile ich die Versuchsanordnungen und ihre Ergebnisse mit und beginne mit

---

1) E. STAHL, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten. II p. 18. 1877.

2) J. SACHS, Über orthotrope und plagiotrope Pflanzenteile. Arbeiten des bot. Inst. Würzburg. Bd. II. 1882, p. 252—54.

Fegatella conica,

da hier der Einfluß der Lichtrichtung auf die Stellung der Assimilationszellen am deutlichsten ist.

Der Thallus von *Fegatella conica* besitzt bekanntlich Luftkammern, aus deren Boden algenähnlich die meist zweigliedrigen chlorophyllhaltigen Zellfäden hervorsprießen. Die obersten Zellen derselben, die an der Stelle liegen, wo die Epidermis die sich uhrglasartig nach außen vorwölbenden Atemöffnungen bildet, zeigen farblose, schnabelähnliche Auswüchse. Wurde nun der Thallus

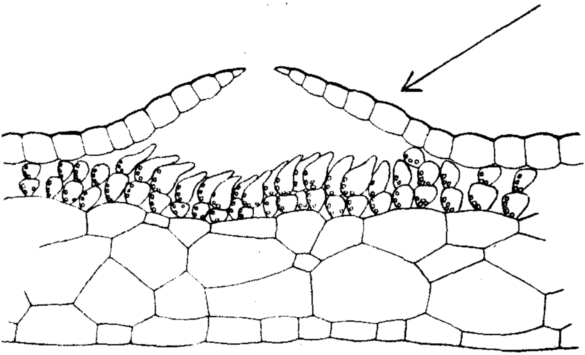


Abb. 1: *Fegatella conica*, schräg von der Spitze (rechts) beleuchtet.

während seines Wachstums derart beleuchtet, daß die Lichtrichtung die Oberfläche senkrecht traf, so erhielt ich das aus den Lehrbüchern bekannte Bild: die schnabelartigen Vorwölbungen standen senkrecht zum Thallus. Wuchs dagegen das Moos vertikal aufwärts und erhielt es das Licht schräg von oben, also von der Spitze her, so zeigten die unter dieser Beleuchtung gewachsenen Zellen eine starke Neigung ihrer Schnäbel zur Thallusspitze, also zum Lichte hin. Die Chlorophyllkörner lagen dabei in Flächenstellung an der von der Lichtquelle entfernteren Zellwand. (Abb. 1.) Diese Wachstumsrichtung der Zellfortsätze war auch dann zu beobachten, wenn ich den Thallus bei Beleuchtung schräg von oben vertikal abwärts (Abb. 2) oder mit horizontaler Achse in einer Vertikalebene wachsen ließ und die Schnitte parallel zur Licht-

richtung anfertigte. Stets hatten sich die Zellen mit ihren Schnäbeln in die Lichtrichtung eingestellt.

Zur Entscheidung, ob hier tatsächlich Heliotropismus oder nicht etwa doch Geotropismus vorliege, habe ich zunächst einen horizontal wachsenden Thallus von der Seite beleuchtet, so daß Licht- und Schwerkraftrichtung annähernd einen rechten Winkel miteinander bildeten. Dabei stellten sich ganz unabhängig von der Wachstumsrichtung des Mooses die neu entstandenen Schnabelzellen mit ihren Vorwölbungen in die Lichtrichtung ein. Um die Schwerkraftwirkung auszuschalten, habe ich ferner noch folgenden

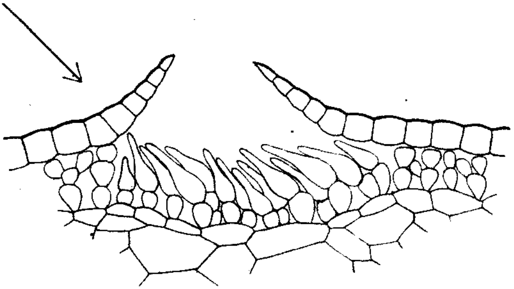


Abb. 2: *Fegatella conica*, schräg von der Basis (links) beleuchtet.

Klinostatenversuch angestellt. Ich ließ einen Thallus in einem Glasgefäß wachsen, das an der Horizontalachse des Klinostaten um seine Längsachse gedreht wurde. Das Moos wurde dabei horizontal von der Spitze her beleuchtet. Der während der folgenden 14 Tage neu entstandene Thallusproß, der sich vom alten Bestand durch schmalere Ausbildung leicht unterschied, zeigte auf Schnitten parallel zur Lichtrichtung ebenfalls die Schnäbel zum Lichte hin gerichtet. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die Schwerkraft auf die Wachstumsrichtung der Zellfortsätze keinen Einfluß hat, vielmehr zweifellos positiver Heliotropismus vorliegt.

Es fragt sich nun, ob sich die ausgewachsenen Zellen bei Änderung der Lichtrichtung neu einstellen können, oder ob den Assimilationszellen das heliotropische Reaktionsvermögen nur während ihrer Entwicklung zukommt. Sämtliche Versuche haben

ergeben, daß eine spätere Änderung der Lichtrichtung keinen Einfluß auf die einmal angenommene Stellung hat; das Wachstum ist eben beendet und eine Neuorientierung zur geänderten Lichtrichtung nicht mehr möglich.

Nun sind aber nicht allein die Schnabelzellen, sondern auch das ganze übrige Assimilationssystem positiv heliotropisch. Am besten erkennt man dies, wenn man nur geringe Lichtintensitäten bei den Versuchen anwendet. Es bilden sich dann nur wenige Zellfäden, die sich gegenseitig nicht behindern und eine sehr gute positiv heliotrope Einstellung zeigen. Bei stärkerer Lichtintensität, etwa dem normalen Tageslicht, sprießen die Zellen reichlich aus

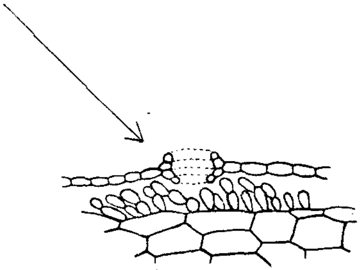


Abb. 3: *Marchantia polymorpha*, schräg von der Spitze (links) beleuchtet.

dem Boden der Luftkammer, zeigen aber dann weniger deutlich ihren Heliotropismus. Zum Teil dürfte dies darauf zurückzuführen sein, daß durch die reiche Entwicklung und Verzweigung Raummangel entsteht, der die Bewegung beeinträchtigt. Mit Hinblick auf die Erfahrungen an anderen parallelophototroper Organe kann aber auch vermutet werden, daß sich die Zellen gegenüber einer gewissen stärkeren Beleuchtung indifferent verhalten. Immerhin stehen die Achsen der Zellfäden in der Mehrzahl zum Lichte hin. Auch die einzelnen Zellen scheinen, ähnlich den Schnabelzellen, die Möglichkeit zu haben, zum Lichte hin auszuwachsen; denn sie weisen häufig nasenartige Auswüchse auf, die in der Mehrzahl zum Licht hin gebildet werden. Volle Übereinstimmung herrscht allerdings auch hier wie in der Neigung der Achsen der Zellfäden nicht; doch ist die Tendenz, zum Lichte hin zu wachsen, genügend ausgeprägt.

Marchantia polymorpha.

Mit *Marchantia polymorpha* habe ich dieselben Versuche wie mit *Fegatella conica* angestellt und auch die gleichen Resultate erhalten. Die in den Luftkammern befindlichen Zellfäden zeigen die bekannte, annähernd senkrechte Stellung, wenn der Thallus während seines Wachstums senkrecht beleuchtet worden ist; bei schräger Beleuchtung wachsen die Zellfäden dagegen zum Lichte hin. (Abb. 3.) Auch hier erhält man die besten Resultate bei geringer Beleuchtung; die dann kurz bleibenden Zellreihen wachsen streng heliotrop zum Lichte. Eine nachträgliche Neueinstellung

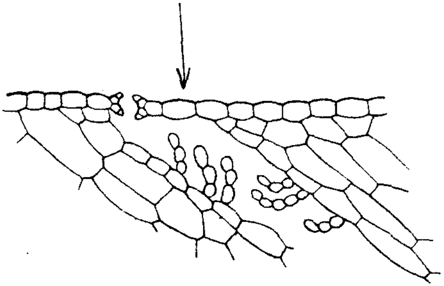


Abb. 4: *Marchantia polymorpha*, Längsschnitt durch eine am Hutrand gelegene Luftkammer.

infolge Veränderung der Lichtrichtung ist auch hier nicht möglich, sobald das Wachstum abgeschlossen ist.

Gewisses Interesse bietet die Wachstumsrichtung der Zellfäden in den Luftkammern der Antheridienträger, die von oben beleuchtet worden waren. Querschnitte durch einen männlichen Hut zeigen zwischen den Antheridien kegelförmige Luftkammern, die sich nach unten verjüngen; ihre Achsen stehen in der Mitte senkrecht, verschieben sich aber nach den Hutrándern hin entsprechend der kegelförmigen Gestalt des ganzen Hutes allmählich schief nach außen. Die vielgliedrigen Zellfäden entspringen den Seitenflächen der Kegel und scheinen zunächst eine Eigenrichtung senkrecht dazu zu besitzen. In den mittleren Kammern wenden sie sich dann alsbald vertikal aufwärts. Diese Wachstumsrichtung ist aber

in den am Hutrand gelegenen Luftkammern infolge ihrer schiefen Lage nur einem Teil der Fäden möglich; die aus der oberen Kammerwand hervorsprießenden Zellfäden sind an einem vertikalen Wachstum verhindert. Sie wachsen daher zunächst horizontal in die Luftkammer hinein und wenden sich erst später im Bogen nach aufwärts (Abb. 4).

Ich habe von anderen Marchantiaceen noch *Marchantia paleacea* und *Lunularia cruciata* untersucht, und soweit ich Experimente anstellte, dieselben Ergebnisse wie bei *Fegatella* erhalten. Es ist daher wahrscheinlich, daß auch das Assimilationssystem der übrigen Marchantiaceen, soweit es durch Aussprossung aus dem Kammerboden entsteht, positiv heliotropisch ist.

Meine Untersuchungen über den Einfluß der Lichtrichtung auf die Palisadenzellen der Laubblätter sind noch nicht abgeschlossen. Die Verhältnisse komplizieren sich hier dadurch, daß sich die assimilierenden Zellen im Gewebsverbande befinden. Bekanntlich hat Pick[1]) die häufig zu beobachtende Schiefstellung der Palisadenzellen in Beziehung zum Lichteinfall gebracht. Soweit ich bis jetzt feststellen kann, scheint in der Tat bei Begoniaceen und einigen Araceen eine Abhängigkeit der Stellung der Palisadenzellen vom Lichteinfall während der Entwicklung der Blätter vorhanden zu sein. Wenn, wie ich annehmen möchte, auch hier der Heliotropismus der Palisadenzellen ihre Orientierung bedingt, so setzt dies die Möglichkeit gleitenden Wachstums voraus.

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Berlin,
Juli 1919.

1) H. Pick, Über den Einfluß des Lichtes auf die Gestalt und Orientierung der Zellen des Assimilationsgewebes. Bot. Centralblatt. 1882.

38. Hermann von Guttenberg: Untersuchungen über den Phototropismus der Pflanzen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 15. Juli 1919.)

I.

Über die Abhängigkeit der phototropen Erscheinungen von der Größe der beleuchteten Fläche.

Das phototrope Verhalten der Pflanzen ist in den letzten Jahren Gegenstand einer stets steigenden Anzahl von Untersuchungen gewesen. Trotzdem sind manche Probleme nur wenig, andere noch gar nicht bearbeitet worden. Zu den letzteren gehört die Frage nach der Abhängigkeit der phototropischen Erscheinungen von der Größe der beleuchteten Fläche. Im folgenden sei kurz über eine Reihe von Versuchen berichtet, die sich mit dieser Abhängigkeit beschäftigen. Die näheren Einzelheiten soll eine ausführlichere Arbeit über den Phototropismus bringen, deren Veröffentlichung unter den jetzigen Verhältnissen erst in späterer Zeit erfolgen kann.

Wie schon bemerkt, liegen besondere Untersuchungen über den Gegenstand bisher nicht vor. Die Ansichten über den Einfluß der Fläche scheinen geteilt zu sein. So hat z. B. NIENBURG[1]) einen solchen vor kurzem gänzlich in Abrede gestellt, indem er sagt: „Der Erfolg der phototropischen Reizung hängt ja, wie schon lange bekannt ist, nicht von der Größe der beleuchteten Oberfläche ab." Auf den entgegengesetzten Standpunkt — wenigstens für Laubblätter — stellt sich HABERLANDT[2]), denn er geht bei seinen Versuchen mit antagonistisch gereizten Blattspreiten von *Tropaeolum majus* von der Voraussetzung aus, daß bei gleich starker Beleuchtung eine größere Blattpartie einer stärkeren Reizwirkung unterliege, als eine kleinere.

Meine eigenen Untersuchungen beschränken sich bisher auf Koleoptilen von *Avena sativa*, doch beabsichtige ich sie auch auf

1) NIENBURG, W., Über phototropische Krümmungen an längsseitig zum Teil verdunkelten *Avena*-Koleoptilen. Ber. d. Deutschen Botan. Gesellschaft, Bd. XXXVI, 1918, S. 499.

2) HABERLANDT, G., Zur Physiologie der Lichtsinnesorgane der Laubblätter. Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. XLVI, S. 409/410.

andere Objekte, besonders auch auf Laubblätter auszudehnen. Geplant war zunächst zu prüfen, ob sich ein Einfluß der Größe der beleuchteten Fläche überhaupt bemerkbar mache; ferner, wenn dies der Fall war, nach Möglichkeit auch quantitative Aufschlüsse zu gewinnen.

Auf Grund des Reizmengengesetzes hielt ich einen Einfluß der Fläche von vornherein für wahrscheinlich, denn die der Pflanze zugeführte Lichtmenge steigt ebenso wie mit der Intensität und der Beleuchtungsdauer auch mit der Größe der beleuchteten Fläche. Anderseits konnte man der Meinung sein, daß es sich nicht um die dem ganzen Organ zugeführte Lichtmenge handle, sondern nur um jene, welche jede einzelne perzipierende Zelle trifft. Dann müßte folgerichtig bereits die Beleuchtung einer einzigen Zelle zur Einleitung phototropischer Prozesse führen, und diese dürften in ihrer Intensität nicht gegen jene zurückstehen, welche bei Beleuchtung der ganzen Organseite mit gleicher Intensität und Beleuchtungsdauer eintreten.

Da die phototrope Empfindlichkeit der *Avena*-Koleoptilen bekanntlich an der Spitze weitaus höher ist als an der Basis, konnte nur ein Verfahren eingeschlagen werden, welches die Verdunklung von Längsstreifen der Koleoptile gestattet. Ich benutzte zwei Methoden. Die eine schließt sich der Versuchsanstellung NIENBURGs[1]) an. Blenden aus schwarzem Eisenblech wurden so vor die Koleoptilen in die Erde des Blumentopfes gesteckt, daß sie bei einseitiger Beleuchtung genau eine Längshälfte beschatten mußten. Dasselbe wurde noch präziser durch kleine Fahnen aus schwarzem Papier erreicht, deren Stiele seitlich von den Koleoptilen in den Boden gesteckt wurden. Bemerkt sei, daß NIENBURG, wie aus seiner Abbildung hervorgeht, erheblich mehr als eine Längshälfte abgeblendet hat. — Bei der zweiten Art der Versuchsanstellung wurden an den Papierfahnen Längsschlitze angebracht, und zwar solche von 0·6 mm und solche von 0·9 mm Breite. Die Fahnen wurden so gesteckt, daß sich der Schlitz genau vor dem medianen Streifen der dem Lichte zugewendeten Koleoptilenseite befand. Die Früchte wurden derart gepflanzt, daß später alle Koleoptilen dem Lichte ihre Breitseite zuwendeten. Da der größere Querdurchmesser derselben 18—20 mm betrug, blieb bei der Beleuchtung durch Schlitze ein Drittel oder die Hälfte der Fläche unverdunkelt.

Die Beleuchtung erfolgte durch eine in einer geschwärzten Laterne horizontal angebrachte 25kerzige Metallfadenlampe. Die

1) NIENBURG, W. a. a. O.,

Versuchspflanzen befanden sich hinter einem großen Pappeschirm, der eine direkte Beleuchtung durch die Lampe ausschloß. Das Licht wurde seitlich des Schirmes mit einem Spiegel aufgefangen, der es auf die Versuchspflanzen reflektierte. Durch Aufstellung eines zweiten Spiegels auf der andern Seite des Schirmes, konnte antagonistische Beleuchtung erreicht werden. Bei der gewählten Versuchsanstellung wurden die Pflanzen von annähernd parallelem Licht getroffen. Alle Arbeiten, auch die Anzucht der Keimlinge, wurden in der Dunkelkammer vorgenommen, der Verlauf der Krümmungen unter Verwendung einer Rubinglaslampe verfolgt. Dieselbe Beleuchtung wurde für das Einstecken der Blenden benützt. Die Pflanzen standen zu 3—4 in einer Reihe in kleinen Blumentöpfen.

Von vornherein waren Unterschiede im Verhalten der Pflanzen nur dann zu erwarten, wenn in der Nähe des Schwellenwertes der Lichtmenge gearbeitet wurde. Denn bei höheren Lichtmengen durfte voraussichtlich an halbseitig verdunkelten Koleoptilen der maximale Effekt erreicht werden, so daß Unterschiede gegenüber vollbeleuchteten Koleoptilen nicht mehr zu tage treten. Es wurde deshalb zunächst der Schwellenwert für unverdunkelte Pflanzen bestimmt. Die Lichtintensität betrug in der gewählten Entfernung vom Spiegel 0·38 MK. Bei 4 Sekunden langer Beleuchtung reagierten die ersten Pflanzen mit schwacher Schiefstellung der Spitze gegen das Licht zu, bei 6 sec zeigten etwa die Hälfte einwandfreie Krümmungen, bei 10 sec reagierten alle Pflanzen. Wenn wir als durchschnittlichen Schwellenwert das Produkt 0·38 MK × 6 sec = 2·28 MK sec betrachten, so finden wir, daß es etwas niederer ist, als die meisten bisher beobachteten Werte. Gearbeitet wurde, um klare Erfolge zu erzielen mit 3·8 MK sec.

In der ersten Versuchsreihe wurden nun die Koleoptilen jedes Topfes teils frei, teils halbseitig abgeblendet dieser Lichtmenge ausgesetzt. Die freien Pflanzen — sie seien von nun an stets Kontrollpflanzen genannt — krümmten sich ausnahmslos gegen das Licht. Nach ca. $2^1/_2$ Stunden war bei einer durchschnittlichen Temperatur von 20° Celsius das Maximum des Ausschlages erreicht, und ergab einen Durchschnittswinkel von 12°. Die halbseitig verdunkelten Pflanzen („Versuchspflanzen") blieben fast ausnahmslos völlig gerade, nur bei einigen zeigte sich eine Schiefstellung der äußersten Spitze gegen das Licht zu.

Daraus folgt notwendig, daß die Größe der beleuchteten Fläche von Einfluß auf das phototrope Verhalten der Koleoptile ist. Bei Versuchs- und Kontrollpflanzen waren in gleicher Weise die emp-

findlichsten und die weniger empfindlichen Teile vom Licht getroffen worden, Intensität und Beleuchtungsdauer waren dieselben. Es kann daher das verschiedene Verhalten nur aus der verschiedenen Größe der beleuchteten Fläche erklärt werden.

Nachdem dies einmal festgestellt war, blieb noch zu prüfen, welche Produkte aus Intensität und Beleuchtungsdauer den Schwellenwert für die halbseitig beschatteten Pflanzen darstellen, beziehungsweise zu einer gleich starken Krümmung führen, wie sie im früheren Falle die Kontrollpflanzen ausgeführt hatten. Auf Grund des Reizmengengesetzes war zu erwarten, daß für die halbe Fläche das doppelte Produkt von MK sec nötig sein werde. Es wurden daher in einer zweiten Versuchsserie die Versuchspflanzen doppelt so lange beleuchtet. Natürlich hätte auch die doppelte Intensität gewählt werden können, doch wurde davon Abstand genommen, da dies schwerer mit derselben Genauigkeit auszuführen gewesen wäre. Die Kontrollpflanzen wurden also nach Ablauf von 10 sec durch Blenden beschattet, die Versuchspflanzen noch weitere 10 sec beleuchtet. Es ergab sich, daß sich nunmehr auch die Versuchspflanzen krümmten, ihr durchschnittlicher Krümmungswinkel betrug 14°, der der Kontrollpflanzen 15·5°. Damit war erwiesen, daß das Reizmengengesetz wenigstens für diesen Fall auch für die Größe des beleuchteten Flächenstückes gilt. Die Verdunklung der einen Hälfte läßt sich, bei gleicher Lichtintensität, durch doppelt so lange Erhellung der unverdunkelten Hälfte ausgleichen.

In einer weiteren Versuchsreihe wurden die Kontrollpflanzen nicht durch Blenden verdunkelt, sondern wie die Versuchspflanzen 20 sec lang beleuchtet. Das Resultat gibt einen neuen Anhaltspunkt für den Einfluß der Größe der beleuchteten Fläche: der durchschnittliche Krümmungswinkel der Kontrollpflanzen betrug jetzt 22°, der der Versuchspflanzen dagegen nur 10°.

Wie in den Versuchen von DARWIN[1]) und NIENBURG erfolgte die Krümmung der *halbseitig geblendeten Pflanzen* in der Regel nicht zum Licht, vielmehr wich die Krümmungsebene von der Lichtrichtung mehr oder weniger, am häufigsten um 40—45° seitlich ab. Ich werde auf diese Erscheinung in der nächsten Mitteilung noch zurückkommen. Hier wären nur noch die Resultate der Versuche mit Beleuchtung durch Schlitze anzuführen. Sie entsprachen vollkommen dem, was nach den früheren Versuchen zu erwarten war.

1) DARWIN, CH., Das Bewegungsvermögen der Pflanzen, Übersetzung von CARUS, 1. Aufl., Stuttgart 1881, S 397/99.

Hinter den schmalen Schlitzen befindliche Pflanzen reagierten auf eine Lichtmenge von 3·8 MK sec nicht, nur zeigten einige wenige eine schwache phototrope Schiefstellung der Spitze. Der durchschnittliche Krümmungswinkel der Kontrollpflanzen betrug 16·4 °.

Nun wurden Pflanzen durch den schmalen Schlitz doppelt so lange beleuchtet. Sie krümmten sich mit einem durchschnittlichen Winkel von 11 ° gegenüber einem Durchschnittswinkel von 14·6 ° der Kontrollpflanzen, welche nach 10 sec beschattet worden waren. Da durch den Schlitz (Breite 0·6 mm) nur ein „Drittel der Fläche beleuchtet war, kann der geringere Winkel der Versuchspflanzen nicht wunder nehmen. Bei 30 sec währender, also dreimal so langer Beleuchtung ergab sich ein mittlerer Winkel von 14 ° gegenüber einem mittleren Winkel von 16 ° der zugehörigen, durch 10 sec beleuchteten Kontrollpflanzen, also eine deutliche Annäherung der Werte.

Bei Verwendung des weiteren Schlitzes (0·9 mm) erfolgte bei 10 sec langer Beleuchtung bereits eine schwache Krümmung und zwar von durchschnittlich 4·4 ° gegenüber 16 ° der Kontrollpflanzen. Diese Abweichung gegenüber halbseitig abgeblendeten Koleoptilen ist leicht erklärlich. Bei diesen ist nur die Hälfte der hochempfindlichen Spitze exponiert, dagegen ist bei Verwendung des breiteren Schlitzes die äußerste Spitze fast voll beleuchtet, was natürlich nicht ohne Einfluß bleiben kann. Damit stimmt überein, daß eine doppelt so lange Beleuchtung (20 sec) durch den weiteren Schlitz einen mittleren Winkel von 17 ° ergab, gegenüber einem Winkel von 16 ° der zugehörigen, 10 sec lang beleuchteten Kontrollpflanzen.

Weitere Versuche wurden ferner mit der Kompensationsmethode angestellt. Zu diesem Zwecke wurden Pflanzen durch 2 Spiegel antagonistisch beleuchtet. Sie wurden in der „photometrischen Mitte" in der Verbindungslinie der beiden Spiegel aufgestellt. Hier verhielten sich die freien Kontrollpflanzen indifferent, d. h. sie blieben bei den gewählten geringen Lichtmengen ungekrümmt, wogegen Koleoptilen, die wie in den früheren Versuchen auf einer Seite zur Hälfte beschattet waren, oder hier das Licht nur durch Schlitze erhielten, sich von den Blenden weg zur freien Seite krümmten. Die jetzt nur auf $^1/_4$ ihres Umfangs verdunkelten Pflanzen der ersten Reihe stellten sich wieder nicht genau in die Richtung der Lichtstrahlen ein, sondern wichen von diesen seitlich ab, und zwar von der Blende weg, also gegen die Flanke, auf welche das Licht von beiden Seiten einfallen konnte. Näheres

darüber soll erst die ausführlichere Arbeit enthalten. Hier sei nur noch bemerkt, daß es gelingt, durch entsprechend längere Beleuchtung der teilweise abgeblendeten Flanke die Wirkung einer kürzeren Beleuchtung der gegenüberliegenden, freien Seite zu *kompensieren*, so daß die Pflanze gerade bleibt. Ferner, daß bei noch längerer Beleuchtung der teilweise beschatteten Flanke die Krümmungen gegen diese zu stattfinden. Auch hier ist also der Einfluß der Größe des beleuchteten Flächenstückes offensichtlich. Wir können somit annehmen, daß die phototropen Krümmungen aus dem Zusammenwirken aller Impulse resultieren, die von den gereizten lichtempfindlichen Elementen ausgehen.

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Berlin im Juli 1919.

---

39. Hermann von Guttenberg: Untersuchungen über den Phototropismus der Pflanzen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 15. Juli 1919.)

II.

Neue Versuche zur Frage nach der Art der Lichtperzeption.

Die Frage, ob die Pflanze die Strahlenrichtung selbst perzipiere, oder ob sie durch Wahrnehmung von Intensitätsunterschieden zu den phototropen Krümmungen veranlaßt werde, ist neuerdings von zahlreichen Autoren aufgegriffen worden. Für die Intensitätstheorie sind in letzter Zeit besonders NIENBURG[1]) und BUDER[2]) eingetreten, ersterer auf Grund des Ergebnisses seiner verbesserten Durchführung des DARWINschen Blendungsversuches, letzterer gestützt auf die sich aus dem Resultantengesetz ergebenden Schlüsse.

1) NIENBURG, W. Über phototropische Krümmungen an längsseitig zum Teil verdunkelten *Avena*-Koleoptilen. Ber. d. Deutschen Botan. Gesellschaft, Bd. XXXVI, 1918.

2) BUDER, S., Zur Kenntnis der phototaktischen Richtungsbewegungen. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 58, 1918.

Die neuerdings von verschiedenen Seiten für die Richtungstheorie vorgebrachten Argumente halte auch ich nicht für beweisend, eine Kritik derselben behalte ich mir für später vor. Dagegen scheint es mir immer noch fraglich, ob sich aus den Versuchen bzw. Überlegungen der beiden genannten Autoren ein zwingender Beweis für die Intensitätstheorie ableiten läßt.

Gehen wir zunächst auf den DARWIN-NIENBURGschen Versuch näher ein. Die halbseitig beschatteten Koleoptilen stellen sich nicht in die Lichtrichtung ein, sondern werden nach der beleuchteten Seite zu abgelenkt. Die Pflanze reagiert aber nicht einfach von der dunklen zur hellen Hälfte hin, die Krümmungsebene bildet mit der Lichtrichtung nicht einen Winkel von 90°, sondern bei *Avena* und *Vicia* meist einen Winkel von ca. 45°, manchmal auch Winkel bis zu 80°. Meine im vorhergehenden beschriebenen Versuche haben dies im wesentlichen bestätigt. DARWIN hat sich mit dieser Erscheinung auseinandergesetzt und erklärt die schräge Stellung daraus, daß „eine schmale Zone auf der nicht (mit Tusche) bemalten Seite direkt vor dem Fenster das meiste Licht und sämtliche hinteren Partien in verschiedenen Graden immer weniger Licht erhalten haben“. Er folgert daraus „daß der Ablenkungswinkel die Resultante der Wirkung der Lichtes auf die ganze nicht bemalte Seite ist“. Anderseits will er aber gerade beweisen, „daß die Biegung der Kotyledonen nach dem Lichte hin davon abhängt, daß die ganze eine Seite beleuchtet oder daß die ganze entgegengesetzte Seite verdunkelt ist, und nicht davon, daß eine schmale Längszone in der Richtung des Lichtes affiziert wird“. Es liegt hier ein deutlicher Widerspruch vor, indem einerseits die Krümmung auf den Gegensatz zwischen Hell und Dunkel an beiden Organhälften zurückgeführt wird, anderseits die Krümmung als Resultierende der verschieden starken Beleuchtung an der Oberfläche der beleuchteten Hälfte gedeutet wird. NIENBURG geht auf die Erscheinung nicht näher ein, er zitiert DARWINs Erklärung und schließt sich ihr anscheinend an. Daß diese nicht richtig sein kann, lehrt folgende Überlegung. In NIENBURGs und meinen Versuchen, in welchen annähernd paralleles Licht verwendet wurde, erfolgt die Abnahme der Beleuchtung an der gewölbten Koleoptilenoberfläche mit dem cos des Einfallswinkels. Danach wäre aber, wenn die verschieden starke Beleuchtung der einzelnen Längsstreifen der Oberfläche für den Winkel maßgebend wäre, besonders in meinen Versuchen ein viel geringerer Ablenkungswinkel von der Lichtrichtung zu erwarten. In meinen Versuchen wurde, wie

früher beschrieben, stets die Hälfte einer Breitseite der Koleoptile, also $^1/_4$ der Oberfläche direkt vom Licht getroffen. Bei der ovalen Querschnittsform der Koleoptile muß dann aber die vom Licht mehr oder minder senkrecht getroffene Zone dieses Viertels viel stärker erhellt werden als die seitliche Partie, wo die Beleuchtung rapid bis 0 sinkt. Damit stimmt aber der meist erhaltene Winkel von 45° nicht überein, es wären, wie erwähnt, viel kleinere Winkel zu erwarten, die nur selten auftraten, wogegen Winkel über 45° öfters zu beobachten sind.

Wir müssen uns also nach einer anderen Erklärung der Erscheinung umsehen. Meines Erachtens sind zwei Möglichkeiten in Betracht zu ziehen. Zunächst wird durch die gewählte Art der Beleuchtung ein doppelter Lichtabfall, bzw. Intensitätsunterschied hervorgerufen. Einmal der Unterschied zwischen Hell und Dunkel an beiden Organhälften, dann ein Lichtabfall in der beleuchteten Hälfte von der direkt beleuchteten zu der vom Lichte abgekehrten Seite. Wir können somit annehmen, daß dadurch zwei Krümmungsbestrebungen induziert werden, nämlich eine Bewegung von der dunklen zur hellen Hälfte und eine zweite senkrecht darauf gegen das Licht zu. Der Krümmungserfolg wäre dann die aus beiden Bestrebungen resultierende Erscheinung. Es wird nun natürlich von der Beleuchtungsstärke und von der Durchsichtigkeit des Objektes abhängen, welcher Lichtabfall der stärkere ist, und damit müßte dann auch der Ablenkungswinkel schwanken. Es wären extreme Fälle denkbar, wo der eine Lichtabfall den andern so weit überwiegt, daß es zu mehr minder reinen Ausschlägen nach der einen oder andern Seite kommt, also zu einer Bewegung senkrecht zum Licht, oder zu einer Einstellung in die Lichtrichtung. Bei der Durchsichtigkeit der *Avena*-Koleoptile überwiegt zweifellos der Unterschied zwischen der erleuchteten und der beschatteten Hälfte. Somit wären Ausschläge über 45° zu erwarten, die aber, wie erwähnt, nicht die Regel waren. Das Vorherrschen der Winkel von 40—45° führt zur Vermutung, daß die eben vorgebrachte Deutung allein kaum genügt, um das Verhalten der Pflanzen zu erklären.

Wir kommen nun zur zweiten Erklärungsmöglichkeit. Wir nahmen bisher an, daß das einfallende Licht die Koleoptile geradlinig passiere, oder wenigstens im Innern die Hauptlichtrichtung im wesentlichen beibehalten werde. Von dieser Annahme geht — freilich ohne es ausdrücklich zu betonen — wohl auch NIENBURG aus. Anderseits ist klar, daß die einfallenden Strahlen an der gewölbten Oberfläche der Koleoptile oder eines glasig durchsichtigen

Stengels gebrochen werden müssen und es ist durchaus möglich, daß sie das Organ im Innern wenigstens vorwiegend in der nunmehr eingeschlagenen Richtung durchsetzen. Infolge der stärkeren Lichtbrechung des Zellsaftes gegenüber der Luft, müßte es dann zu einer Konzentration der Strahlen kommen — damit ist aber die ursprüngliche Lichtrichtung gänzlich verändert, es ist überhaupt keine einheitliche Lichtrichtung mehr da, vielmehr gelangen von der beleuchteten Oberfläche konzentrische Strahlenbündel ins Innere. Dies muß natürlich die Beweiskraft des DARWIN-NIENBURGschen Versuches erschüttern. Jetzt ist nämlich auch [vom Standpunkt der Richtungstheorie zu erwarten, daß sich die Koleoptile in die Resultierende, das heißt in die Richtung eines mittleren Strahles einstellt, wie sie es ja auch tatsächlich tat. NIENBURGs Schluß ist also nur unter der zunächst unbewiesenen Voraussetzung giltig, daß in den von ihm verwendeten mehr minder zylindrischen Organen eine derartige Lichtbrechung nicht stattfindet.

Derselbe Einwand kann auch gegen BUDERs Ausführungen erhoben werden. Wenn sich — wie in HAGEMs[1]) Versuchen — ein parallelotropes zylindrisches Organ, das von zwei sich kreuzenden *Lichtbüscheln beleuchtet wird, in eine Resultierende einstellt,* so ist unter der Voraussetzung, daß keine Brechung eintritt, auch nach meinem Dafürhalten ein zwingender Beweis für die Intensitätstheorie erbracht. Denn die Krümmung erfolgt dann nach einer Seite, von der überhaupt kein Licht einfällt. Diese Verhältnisse ändern sich aber, wenn wir, wie früher, Brechungen an der zylindrischen Oberfläche annehmen. Dann entsteht nämlich auf der Seite, wo *sich* die Lichtbündel *einander nähern, im Innern eine* vorherrschende Strahlenrichtung und die Pflanze kann sich jetzt auf Grund der Wahrnehmung derselben in die Richtung eines mittleren Strahles einstellen und so die tatsächlich zu beobachtende resultierende Stellung erreichen. Daß es dabei zu einer Bevorzugung der intensiveren Strahlen kommt, wenn verschieden starkes Licht gewählt wird, ist allein noch kein Beweis für die Intensitätstheorie.

Ich habe zunächst einen Versuch angestellt, der das DARWIN-NIENBURGsche Experiment ergänzt, indem er bei halbseitiger Beschattung einen Lichtabfall auf der beleuchteten Seite ausschließt. *Avena*-Koleoptilen wurden in der Verbindungslinie der beiden Lichtquellen in der optischen Mitte aufgestellt. Dabei wurde die ganze

1) HAGEM, O., Über die resultierende prototropische Lage bei zweiseitiger Beleuchtung. Bergens Museums Aarbook 8, 1911.

eine Hälfte verdunkelt. Es geschah dies mit Hilfe einer röhrenförmigen Blende aus schwarzem Eisenblech, die auf einer Seite einen Schlitz besaß, der gerade so breit war, daß eine Haferfrucht dazwischen Platz hatte. An einem Ende war die Röhre durch schiefes Abschneiden zugespitzt, so daß sie sich leicht in die Erde stecken ließ. Die Blende wurde so angebracht, daß sie möglichst genau die eine Hälfte der Koleoptile umfaßte. Die Exposition geschah dann derart, daß der freie Teil beiderseits beleuchtet wurde. Bei gleich starker Lichtintensität wird durch diese Versuchsanstellung der Lichtabfall vermieden der in NIENBURGs Versuch von der direkt beleuchteten zu der vom Licht abgekehrten Seite stattfindet. Ich begann wieder mit Lichtmengen von Schwellenwert unter Verwendung der früheren Beleuchtungsvorrichtung. Die Resultate waren aber zunächst unbefriedigend, da Krümmungen nach verschiedenen Richtungen eintraten. Die Pflanzen reagierten mehr oder minder schräg zu einer Lichtquelle. Eine nähere Prüfung ergab nun, daß es bei Verwendung der roten Rubinglaslampe außerordentlich schwer ist, die Blende so zu stellen, daß die beiden freien Seiten genau gleich groß sind. Ich vermutete nach meinen früheren Erfahrungen darin die Fehlerquelle und ging nun zu Dauerbeleuchtung über. Wohl wurden auch jetzt die Blenden erst bei rotem Licht eingesteckt, nach Einschalten der Beleuchtung wurde ihre Stellung aber noch korrigiert, so daß jetzt annähernd gleich große Flankenteile von beiden Lichtquellen getroffen wurden. Nach 20—30 Minuten langer Beleuchtung wurde dann verdunkelt. Nach Ablauf der normalen Reaktionszeit von 45—50 Minuten traten — neben einigen Mißerfolgen — wiederholt energische Krümmungen genau senkrecht zur Lichtrichtung ein. Mein Versuch bestätigt also die schon von JOST [1]) geäußerte, später aber wieder zurückgenommene Vermutung, daß es durch eine derartige Versuchsausstellung gelingen müsse eine Krümmung senkrecht zur Lichtrichtung zu erzielen.

Nach dem oben Gesagten ergibt sich aber aus diesem Versuchsergebnis allein noch immer kein einwandfreier Beweis für die Intensitätstheorie. Die Pflanze krümmt sich wohl senkrecht zur Lichtrichtung, wenn wir die außerhalb der Pflanze befindlichen Strahlen in Betracht ziehen; nehmen wir aber eine Brechung an der Koleoptilenoberfläche an, so erhalten wir eine Strahlenkonzen-

1) JOST, L., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 3. Aufl., Jena 1913, S. 626.

tration gegen die verdunkelte Seite zu, so daß wieder die resultierende Krümmung auch auf Grund der Richtungstheorie erklärt werden kann, da sie den mittleren Strahlen folgt.

Es ist also klar, daß mit orthotropen Organen von ovalem oder kreisförmigem Querschnitt eine Entscheidung überhaupt nicht herbeigeführt werden kann. Doch muß sich eine solche erreichen lassen, wenn man Stengelorgane von quadratischem Querschnitt, also vierkantige Stengel, zu den Versuchen heranzieht. Ich fand in *Coleus*-Stengeln ein geeignetes Versuchsobjekt, das sowohl der geforderten Bedingung in ausgezeichneter Weise entspricht, als auch (bei höherer Temperatur) verhältnismäßig rasch und sicher phototropisch reagiert. Es wurden eingetopfte Sprosse verschieden gefärbter Sorten verwendet, die eine Länge von 15—30 cm besassen. Die halbseitige Beschattung erfolgte wieder durch dunkle Eisenblechblenden von entsprechender Größe, welche sich an gerade gewachsenen Exemplaren leicht so in die Erde stecken lassen, daß sie genau die Hälfte einer der vier Flanken bedecken. Es war nur notwendig einige störende Blätter zu entfernen. So vorbereitete Pflanzen wurden in einer innen geschwärzten phototropischen Kammer nach Norden orientiert dem Tageslichte ausgesetzt, so zwar, daß die halbgeblendete Flanke gegen das Licht gekehrt war. Schon nach einigen Stunden (Temp. 25—30 ° C), manchmal auch erst nach 24 Stunden (Temp. 15—20 °) war eine deutliche seitliche Krümmung von der Blende weg in Winkeln von 15—20 ° eingetreten, manchmal ohne, meist aber mit einer gleichzeitigen Krümmung gegen das Licht zu. Sie schreitet bis an das Ende des dritten Internodiums, von oben gerechnet vor. Um dem Einwand zu begegnen, daß für diese Krümmung die Blätter der freien Seite irgendwie verantwortlich zu machen seien, wurden auch gänzlich entblätterte Sprosse exponiert und ergaben dasselbe Resultat. Wäre die Lichtrichtung für die Krümmung ausschlaggebend, so hätten sich bei der gewählten Versuchsanstellung die Sprosse nach vorne bewegen, also an die Blenden anpressen müssen. Dies geschah jedoch nicht, vielmehr erfolgte eine Bewegung nach der Seite. Daß es dabei meist zu einer schrägen Stellung kam, kann nach dem früher über den doppelten Lichtabfall Gesagten, nicht verwundern. Dazu kommt, daß an der Spitze, sowie sie die Blende passiert hat, die verschieden starke Beleuchtung der beiden Hälften und damit der Anlaß zur seitlichen Krümmung fortfällt, worauf natürlich eine Krümmung gegen das Licht zu induziert wird.

Eine weitere Ausdehnung des Versuches — besonders auch mit antagonistischer Reizung durch paralleles Licht — behalte ich mir vor. Ich glaube aber, daß schon nach dem hier Mitgeteilten niemand mehr an der Richtigkeit der Intensitätstheorie zweifeln wird.

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Berlin im Juli 1919.

Sitzung vom 31. Oktober 1919.

Vorsitzender: Herr P. LINDNER.

Der Vorsitzende berichtet kurz über den Verlauf der Generalversammlung in Hann.-Münden und teilt mit, daß der Jahresbeitrag in Zukunft auf 25 M. festgesetzt ist und daß für das Jahr 1920 außerdem ein Teuerungszuschlag von 5 M. von jedem Mitgliede erhoben wird.

Ferner macht der Vorsitzende darauf aufmerksam, daß laut Vorstandsbeschluß in Zukunft aus Sparsamkeitsgründen keine künstlerisch ausgeführten Adressen angefertigt werden sollen. Alsdann teilt der Vorsitzende mit, daß der Vorstand Herrn Geh. Rat WITTMACK zu seinem 80. Geburtstage ein Glückwunschschreiben überreicht habe und nimmt Veranlassung, den in der Sitzung anwesenden Jubilar im Namen der Anwesenden nochmals seine Glückwünsche auszusprechen. Herr WITTMACK dankt für die ihm erwiesene Aufmerksamkeit und für die Spende zur „WITTMACK-stiftung".

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem am 12. September 1919 erfolgten Ableben unseres ordentlichen Mitgliedes, des Herrn

Dr. **Otto Tunmann**,

Professor der Pharmakognosie und Direktor des Pharmakognostischen Instituts der Universität Wien.

Die Anwesenden ehren das Andenken an den Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Als ordentliche Mitglieder wurden vorgeschlagen die Herren:

Holzhausen, Karl, Sekretär d. Kais. Leopold.-Carol. Akademie der Naturf. in **Halle a. S.**, Wilhelmstr. (durch AUG. SCHULZ und W. WÄCHTER),

Wiese und Kaiserswaldau, Werner von, in **Kl. Wanzleben** (durch E. JAHN und F. SCHNEIDER),

Gescher, Herbert v., stud. rer. nat. in **Münster i. W.**, Schiffahrtsdamm 86 (durch W. BENECKE und F. TOBLER),

Müller, Dr. Gottfried, Assistent am Botan. Instituts in **Leipzig**, Nostetzstr. 27, II (durch W. PFEFFER und P. STARK),

Hadlund, Dr. J. Theod., Professor, Vorstand d. Bot. Abt. der Landw. Hochschule in **Alnarp** b. Åkarp; Schweden (durch O. GERTZ und F. NEGER),

Gerhardt, Karl, Assistent am Botan. Institut in **Jena** (durch E. STAHL und W. DETMER),

Rüter, Dr. Elisabeth, Assistentin am Botan. Institut in **Greifswald** (durch F. SCHÜTT und E. LEICK),

Melin, Dr. Elias aus Upsala, **Berlin**, Charitéstr. 9 (durch H. MIEHE und BURRET),

Goor, Dr. A. C. J. v., in **Helder** (Holland) (durch TH. STOMPS und H. HEUKELS),

Weck, Dr. P. C. van der, in **Middelburg** (Holland) (durch TH. STOMPS und H. HEUKELS),

Gleisberg, Walther, wissenschaftl. Assistent an der Botan. Abteilung der Versuchsstation des Pomologischen Instituts in **Proskau** b. Oppeln (Oberschlesien) (durch R. EWERT und O. APPEL),

Blum, Dr. Gebhard in **Freiburg** (Schweiz), Botan. Institut der Universität (durch A. URSPRUNG und E. JAHN).

Als ordentliche Mitglieder wurden proklamiert die Herren:

Siebert, Alfred, in **Bad Lauterbach i. H.**,
Lundegårdh, Dr. H. in **Lund**,
Liese, Johannes, in Berlin.

Glückwunschschreiben an Herrn Geh. Rat Prof. Dr. L. WITTMACK zu seinem 80. Geburtstage am 26. September 1919.

Hochverehrter Herr Geheimrat!

Zur Feier Ihres 80. Geburtstages sendet auch die Deutsche Botanische Gesellschaft ihre herzlichsten und aufrichtigsten Glückwünsche.

In Anbetracht der geplanten Neu-Herausgabe Ihrer Werke hat sie es für zweckmäßig erachtet, von einer künstlerischen Adresse, wie ursprünglich geplant, abzusehen und die dafür angesetzte Summe jener zu gute kommen zu lassen.

Sie wollen daher gütigst mit diesen schlichten Zeilen vorlieb nehmen und mit der erneuten Versicherung, daß sie in Ihnen einen ihrer tatkräftigsten Förderer und Gönner verehrt. Seit den ersten Tagen *ihres* Bestehens haben Sie *ihr* eine *treue Anhänglichkeit* bewahrt und auch noch in den letzten Jahren kaum eine Sitzung versäumt. Im verflossenen Jahr haben Sie sogar noch die Bürde des Vorsitzes auf sich genommen und kein Sturm, kein Regen, keine drückende Hitze hat Ihnen den Weg zu den Zusammenkünften verleidet. Sie waren aber auch immer gern gesehen, denn Ihr vielseitiges Wissen und Ihre freudige Bereitwilligkeit, von demselben mitzuteilen ist vielen von uns nützlich gewesen. Und auch nach dem wissenschaftlichen Teil haben wir Sie fast immer in unserer Mitte gehabt, wenn es galt, in gemütlicher Geselligkeit ernste und heitere Erfahrungen auszutauschen. Sie gaben sich da immer als Mensch von rührender Bescheidenheit und mit einem so warmen, für alles Gute empfindsamen Herzen, daß Sie gar manchen von den Jüngeren ein dauerndes Vorbild bleiben werden.

Sie, hochverehrter Herr Geheimrat, sind trotz der hohen 80 geistig noch jung und frisch geblieben und lassen unsere Hoffnung, daß wir auch Ihren 90. Geburtstag würdig begehen werden, vollauf berechtigt erscheinen.

Möge Ihnen für den weiteren Lebensabend aber auch ein gesundes Behagen beschieden sein und jener von uns allen ersehnte Hoffnungsschimmer von einem genesenden und sich kräftig wieder aufrichtenden Vaterlande leuchten.

Mit ganz vorzüglicher Hochachtung

I. A.: P. LINDNER, I. Vorsitzender.

Satzungsgemäß fand in der Sitzung die Wahl des Berliner Vorstandes und der Kommissionen für das Jahr 1920 statt. Die Auszählung der Stimmzettel wurde von Herrn P. CLAUSSEN und dem Sekretär vorgenommen. Ergebnis der Wahl:

Vorsitzender:	Herr	P. CLAUSSEN.
1. Stellvertreter:	„	L. DIELS.
2. „ :	„	R. KOLKWITZ.
1. Schriftführer:	„	H. MIEHE.
2. „ :	„	W. MAGNUS.
3. „ :	„	F. DUYSEN.
Schatzmeister:	„	O. APPEL.

Redaktionskommission: Außer dem Vorsitzenden und den Schriftführern die Herren: A. ENGLER, P. GRAEBNER und H. v. GUTTENBERG.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Generalversammlung die Herren: O. REINHARDT, L. WITTMACK, E. BAUR, P. LINDNER, H. HARMS.

Die Geschäfte wird Herr W. WÄCHTER weiterführen.

Mitteilungen.

40. Karl Höfler: Über den zeitlichen Verlauf der Plasmadurchlässigkeit in Salzlösungen. I.

(Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien, Nr. 184 der II. Folge.)

(Eingegangen am 9. September 1919.)

Vor einiger Zeit habe ich über eine Methode, die Permeabilität pflanzlicher Protoplaste quantitativ zu bestimmen[1]), sowie über einige mit derselben angestellte Messungen[2]), in welchen die KNO_3-Permeabilität der gestreckten, zylindrisch geformten, äußeren Grundgewebszellen aus den Stengelinternodien von *Tradescantia elongata* geprüft wurde, berichtet. An diesem gleichen Objekt und mit gleicher Methodik wurde nun der Verlauf der Salzaufnahme in die lebenden Protoplaste während längerer Beobachtungszeiten untersucht.

Die ersten Versuche in dieser Richtung rühren von FITTING (1915)[3]) her. Er hat mit der grenzplasmolytischen Methode die interessante Tatsache festgestellt, daß die anfängliche Salzdurchlässigkeit des Plasmas bei dauernder Plasmolyse in Salzlösungen vermindert wird und schließlich ganz zum Schwinden kommt.

1) Permeabilitätsbestimmung nach der plasmometrischen Methode. Diese Ber., Bd. 36, 1918, S. 414.

2) Über die Permeabilität der Stengelzellen von *Tradescantia elongata* G. F. W. Meyer für Kalisalpeter. Ebd., S. 423.

3) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 56, 1915, S. 18 f.

Diese Abnahme der Permeabilität ist, wie in unzweifelhafter Art dargetan wurde, der Einwirkung des Salzes selbst, nicht etwa Einflüssen anderer Art, wie der Verwundung beim Herstellen der Schnitte, der mit der Plasmolyse verbundenen Loslösung des Plasmas von der Zellwand, dem Aufenthalt der Präparate in der Flüssigkeit u. dgl., zuzuschreiben.

Bezüglich der quantitativen Seite der Erscheinung hat FITTING für sein Objekt, die unterseitigen Epidermiszellen der Blattmittelrippe von *Rhoeo discolor*, folgendes gefunden. Die Salzaufnahme betrug in der ersten Stunde etwa 0,0075—0,01 GM KNO_3[1]); dann sank sie auf höchstens etwa 0,0025 GM in der 3.—5. Stunde, noch geringere Werte im weiteren und nach 12—20 war sie praktisch ganz beendet.

Die theoretische Bedeutung dieses Befundes liegt vor allem darin, daß die permeabilitätshemmende Wirkung des Salzes den bisher am exaktesten nachgewiesenen Fall einer Permeabilitätsänderung des lebenden Plasmas unter dem Einflusse äußerer Faktoren darstellt — und bekanntlich war das Streben der Physiologen seit langem auf den Nachweis solcher Abhängigkeitsbeziehungen gerichtet gewesen.

Bei meinen Versuchen wollte ich zunächst die von FITTING gefundene Erscheinung mittelst der plasmometrischen Methode, die ein Eingehen auf die individuelle Einzelzelle erlaubt, auch an andern Objekten nachprüfen. Dazu verfolgte ich ein zweites Ziel. Meine früher mitgeteilten Messungen[2]) hatten ergeben, daß die Salzdurchlässigkeit gleicher benachbarter Protoplaste quantitativ auffallend verschieden sein kann: Schwankungen von 25—50 % bildeten die Regel. Würde nun auch der zeitliche Verlauf solche individuelle Unterschiede erkennen lassen? Würden die Permeabilitätsgrößen der Einzelprotoplaste bei dauernder Beobachtung sich als einigermaßen konstant, dauernd relativ hoch oder relativ niedrig, erweisen? Oder bildet die Permeabilität für jede Zelle einigermaßen stetige, absteigende oder aufsteigende Kurven? Ändert sich das Verteilungsbild der Einzelwerte im Laufe des Versuches? — Die Resultate haben gegenüber meinen Erwartungen wesentlich Neues geboten; ihre gesonderte Mitteilung dürfte daher gerechtfertigt erscheinen.

1) Oft war die Permeabilität kleiner; dann sank sie meist auch langsamer. Andere eindringfähige Salze, wie KCl, KBr, $KClO_3$, $NaNO_3$, NaCl verhielten sich ähnlich wie KNO_3.

2) Diese Ber. Bd. 36, S. 424f, 435.

Versuch A. KNO_3-Permeabilität in der

Der Schnitt vor dem Versuch 15½ Stunden in H_2O. Am 18. VI. 7h35 vorm. in **0,25 GM** KNO_3. Hier 1. Messung 9h(40)—50—10h05, die weiteren Messungen in Intervallen von 1 Stunde (nur 4.—5. Messung 2 Stunden). — 17 gleiche benachbarte Zelle aus derselben Längsreihe, alle 21' (Mikrometerstriche, 1' = 3,9 μ) breit, Protoplastenmeniscium = 8', daher der „Meniskusfaktor" $\varkappa$ = 0,4 (vgl. diese Ber., Bd. 35, S. 711).

In den Tabellen bedeutet wie früher (Diese Ber., Bd. 36, S. 429): C — die konstante Außenkonzentration des Plasmolytikums, h — die innere Länge der Zellen, l_1, l_2, . . — die Länge der Protoplaste bei der 1., 2. . . Messung,

C	Zelle	1. Messung 9h(40)—50—10h05 l_1/h	G_1	O_1	2. Messung 10h45—11h06 l_2/h	G_2	O_2-O_1	3. Messung 11h50—12h09 G_3	O_3-O_2	4. Messung 12h50—1h05 G_4	O_4-O_3
0,25 GM KNO_3	1	23–71 / 89	$0{,}46_7$	$0{,}11_7$	21–71½ / 89	$0{,}49_6$	**0,007**	$0{,}51_4$	**$0{,}004_5$**	$0{,}59_8$	**0,021**
	2	22½–62½ / 70½	$0{,}47_7$	$0{,}11_9$	20½–62½ / 70½	$0{,}50_4$	**0,007**	$0{,}53_7$	**0,008**	$0{,}54_8$	**0,003**
	3	17–65 / 86	$0{,}48_4$	$0{,}12_1$	16–66⅔ / 86	$0{,}51_4$	**$0{,}007_5$**	$0{,}53_8$	**0,005**	$0{,}54_2$	**0,002**
	4	25–77 / 89½	$0{,}51_0$	$0{,}12_{75}$	25–77 / 89½	$0{,}51_0$	—	$0{,}53_4$	**0,006**	$0{,}55_1$	**$000{,}4_5$**
	5	13½–47¼ / 57	$0{,}48_0$	$0{,}12_0$	12½–47¼ / 57	$0{,}49_8$	**$0{,}004_5$**	$0{,}51_5$	**$0{,}004_5$**	$0{,}53_2$	**0,004**
	6	15–50¼ / 57½	$0{,}50_1$	$0{,}12_5$	14–50½ / 57½	$0{,}52_2$	**$0{,}005_5$**	$0{,}53_6$	**$0{,}003_5$**	$0{,}55_0$	**$0{,}002_5$**
	7	16–58¾ / 73	$0{,}49_7$	$0{,}12_4$	14½–57½ / 73	$0{,}50_1$	**0,001**	$0{,}52_9$	**$0{,}006_5$**	$0{,}53_8$	**0,002**
	8	23–72¾ / 89½	$0{,}47_8$	$0{,}11_{95}$	22½–74 / 89½	$0{,}50_4$	**$0{,}006_5$**	$0{,}50_8$	**$0{,}001_5$**	$0{,}51_8$	**0,002**
	9	11–45 / 58	$0{,}47_6$	$0{,}11_9$	9½–44 / 58	$0{,}48_5$	**0,002**	$0{,}51_0$	**$0{,}006_5$**	$0{,}52_4$	**$0{,}008_5$**
	10	8–39⅔ / 49½	$0{,}51_1$	$0{,}12_{75}$	8–40½ / 49½	$0{,}53_3$	**$0{,}005_5$**	$0{,}54_2$	**$0{,}002_5$**	$0{,}83_9$*	**$0{,}074_5$***
	11	9½–61 / 85	$0{,}58_1$	$0{,}18_{25}$	9–62 / 85	$0{,}54_8$	**$0{,}004_5$**	$0{,}56_2$	**$0{,}003_5$**	tot	—
	12	12–48½ / 49½	$0{,}50_7$	$0{,}12_{85}$	11–48 / 49½	$0{,}52_3$	**$0{,}002_5$**	$0{,}52_8$	**0,001**	$0{,}53_8$	**$0{,}002_5$**
	13	14–46½ / 56	$0{,}46_6$	$0{,}11_{65}$	14–47½ / 56	$0{,}48_4$	**$0{,}004_5$**	$0{,}50_6$	**$0{,}005_5$**	$0{,}51_6$	**$0{,}002_5$**
	14	17–60¾ / 77	$0{,}48_4$	$0{,}12_1$	16½–61 / 77	$0{,}50_4$	**0,005**	$0{,}52_7$	**0,006**	$0{,}54_7$	**0,005**
	15	11½–40½ / 50½	$0{,}44_8$	$0{,}11_2$	10–40 / 50½	$0{,}46_8$	**$0{,}004_5$**	$0{,}48_7$	**$0{,}005_5$**	$0{,}49_7$	**0,002**
	16	15¼–49 / 57	$0{,}47_0$	$0{,}11_{75}$	11–49¼ / 57	$0{,}47_9$	**$0{,}002_5$**	$0{,}50_6$	**$0{,}006_5$**	$0{,}51_9$	**$000{,}3_5$**
	17	8–88 / 51	$0{,}46_3$	$0{,}11_6$	6–87 / 51	$0{,}48_2$	**$0{,}004_5$ GM**	$0{,}50_6$	**0,006 GM**	$0{,}51_2$	**$0{,}001_5$ GM**
		O_1 (Mittel) = $0{,}12_{14}$ GM			**O_2-O_1 (Mittel) = 0,0044 GM**			**O_3-O_2 = 0,0048 GM**		**O_4-O_3 = 0,0041 GM**	

3.—12. Stunde der Plasmolyse, 18. VI. 1918.

G_1, G_2, . . — die Grade der Plasmolyse zur Zeit der einzelnen Ablesungen, nach der Gl. $G_i = \frac{l_i - 2\lambda, m}{h} = \frac{l_i - 6{,}4}{h}$ berechnet, $O (= C \cdot G)$ — die jeweiligen osmotischen Werte der Einzelzellen, $O_j - O_i$ — die im betreffenden Intervall eingedrungenen Lösungsmengen, als Maß der Permeabilität, in GM KNO_3. Aus Raumrücksichten gebe ich bei den späteren Messungen nur die Werte G_3 und $O_3 - O_2$ *etc.*

5. Messung 2^h50—3^h10		6. Messung 3^h55—4^h10		7. Messung 4^h55—5^h10		8. Messung 5^h55—6^h10		9. Messung 6^h55—7^h10		
G_5	$O_5 - O_4$	G_6	$O_6 - O_5$	G_7	$O_7 - O_6$	G_8	$O_8 - O_7$	$\frac{l_9}{h}$	G_9	$O_9 - O_8$
$0{,}69_3$	**$0{,}023_5$**	$0{,}73_4$	**$0{,}010_5$**	$0{,}77_6$	**$0{,}010_5$**	$0{,}88_3$	**0,037 ***	tot	—	—
$0{,}56_2$	**$0{,}003_5$**	$0{,}57_2$	**$0{,}002_5$**	$0{,}58_0$	**0,002**	$0{,}58_6$	**$0{,}001_5$**	$\frac{17-65}{70\frac{1}{2}}$	$0{,}59_0$	**0,001 G**
$0{,}59_2$	**$0{,}012_5$**	$0{,}70_5$	**0,028**	$0{,}72_8$	**0,006**	$0{,}74_6$	**$0{,}004_5$**	$\frac{7-81}{86}$	$0{,}78_6$	**0,010** „
$0{,}64_3$	**0,023**	$0{,}66_6$	**$0{,}005_5$**	$0{,}68_9$	**$0{,}004_5$**	$0{,}71_6$	**0,007**	$\frac{11-83\frac{1}{2}}{89\frac{1}{2}}$	$0{,}73_9$	**0,006** „
$0{,}64_2$	**$0{,}027_5$**	$0{,}67_8$	**0,009**	$0{,}72_1$	**$0{,}010_5$**	$0{,}73_9$	**0,005**	$\frac{2-52\frac{1}{2}}{57}$	$0{,}78_2$	**$0{,}010_5$** „
$0{,}57_6$	**$0{,}006_5$**	$0{,}68_9$	**0,028**	$0{,}70_7$	**0,005**	$0{,}72_3$	**0,004**	$\frac{8\frac{1}{2}-57\frac{1}{2}}{57\frac{1}{2}}$	$0{,}74_1$	**$0{,}004_5$** „
$0{,}54_2$	**$0{,}001_5$**	$0{,}54_9$	**$0{,}001_5$**	$0{,}55_8$	**0,002**	$0{,}62_5$	**0,017**	$\frac{6-60}{73}$	$0{,}65_2$	**0,007** „
$0{,}53_8$	**$0{,}003_5$**	$0{,}58_3$	—	$0{,}66_4$	**0,038***	tot	—	—	—	—
$0{,}55_3$	**0,007**	zur.*	—	tot	—	—	—	—	—	—
zurück	—	tot	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$0{,}58_8$	***$0{,}012_5$**	$0{,}70_0$	**0,028***	tot	—	—	—	—	—	—
$0{,}59_1$	**0,019**	$0{,}63_6$	**0,011**	$0{,}66_7$	**0,008**	—	**($0{,}000_5$)**	$\frac{5-58}{56}$	$0{,}74_3$	2× **$0{,}009_5$** „
$0{,}64_1$	**0,023***	tot	—	—	—	—	—	—	—	—
$0{,}50_2$	**$0{,}001_5$**	$0{,}51_7$	**$0{,}003_5$**	$0{,}52_7$	**0,003**	$0{,}65_6$	**0,032**	$\frac{2-42}{50\frac{1}{2}}$	$0{,}66_6$	**$0{,}002_5$** „
$0{,}51_9$	—	$0{,}53_7$	**0,004**	$0{,}62_6$	**$0{,}022_5$**	$0{,}64_2$	**$0{,}004_5$**	$\frac{10\frac{1}{2}-55}{57}$	$0{,}66_9$	**$0{,}006_5$** „
$0{,}69_8$	**$0{,}046_5$ GM**	$0{,}70_3$	**$0{,}002_5$ GM**	$0{,}72_8$	**0,005 GM**	tot	— **GM**	—	—	—
$O_5 - O_4$ = 0,0067 GM		**$O_6 - O_5$ = 0,0088 GM**		**$O_7 - O_6$ = 0,0072 GM**		**$O_8 - O_7$ = 0,0093 GM**		**$O_9 - O_8$ (Mittel) = 0,0063 G**		

Ein Bild vom Wesen der Vorgänge wird sich im beschränkten Raume am besten geben lassen, wenn ich eine typische Versuchsreihe vollständig mitteile.

Zum folgenden Versuche dienten drei unmittelbar benachbarte Stengellängsschnitte aus der Mitte eines Internodiums von *Tradescantia elongata*. Sie kamen nach dem Schneiden in dest. H_2O. Schnitt A wurde über Nacht (15½ Stunden) gewässert, darauf in 0,25 GM KNO_3 gebracht und vom Eintritt perfekter Plasmolyse (2¼ St nach Versuchsbeginn) bis zur 12. Stunde der Plasmolyse in stündlichen Intervallen plasmometrisch untersucht. Im (gleichlange gewässerten) Schnitt B wurde in Zellen, die den in A gemessenen möglichst gleich waren, in 0,30 GM Rohrzucker der wahre osmotische Wert bestimmt. Schnitt C kam (nach 1½ stündl. Wässerung) in 0,25 GM KNO_3, wurde hier nach 2¼ St zum ersten Mal, nach weiteren 18½ St zum zweiten Mal untersucht und, da die Plasmolyse nun fast zurück war, in 0,30 GM KNO_3 neuerlich plasmolysiert; hier wurde sodann der Verlauf der Salzaufnahme von der 18. bis zur 24. Stunde verfolgt.

Die Tabellen sind so angelegt wie früher.

(Versuch A vgl. S. 316/17.)

Versuch A zeigt den Verlauf der Salzaufnahme von der 3. bis zur 12. Stunde der Plasmolyse. Die Permeabilität nimmt hier in dieser Zeit nicht ab. Die im Mittel in alle jeweils intakten Protoplaste aufgenommenen Lösungsmengen sind für die aufeinanderfolgenden Stunden: M[1]) = 0,0044, 0,0045, 0,0042, 2×0,0066, 0,0084, 0,0072, 0,0093, 0,0063 GM KNO_3. Alle M-Werte sind von der Größenordnung, die meine früher (l. c.) mitgeteilten Messungen als typisch für das Objekt ergeben haben.

Der Versuch enthält ferner eine Reihe bemerkenswerter Tatsachen, wenn man die Schicksale der Einzelzellen aufmerksam ins Auge faßt.

Der zeitliche Verlauf ihrer Permeabilität ergibt sich aus einem Vergleich der in jeder Querzeile stehenden fettgedruckten Ziffern. Um das Resultat noch anschaulicher zu machen, führe ich in der folgenden Tabelle die lineare Ausdehnung der Protoplaste in den aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten an.

Die Ziffern besagen, um wieviel Mikrometerstriche sich jeder Protoplast in jedem Messungsintervall in der Längsrichtung ausgedehnt hat. Der Permeabilitätsverlauf jeder einzelnen Zelle wird so auch ohne alle Berechnung klar. Die Zahlen sind, da hier alle Zellen gleich breit, den aufgenommenen Stoffmengen (in g KNO_3) proportional[2]), doch nicht den Lösungs-

1) Auf die genaue Zeiteinheit korrigiert.

2) In Zelle 1 liegt z. B. der Protoplast bei der I. Ablesung zwischen Teilstrich 23—71, bei der II. Abl. zwischen 21—71½, also $l_1 = 48'$, $l_2 = 50\frac{1}{2}'$, die lineare Ausdehnung $l_2 - l_1 = 2\frac{1}{2}'$. Die absolute aufgenommene KNO_3-Menge läßt sich daraus berechnen. Ein Mikrometerteilstrich = 8,9 μ (ZEISS, Obj. D, Ok. 4, Tubus 150 mm). Da die Zellen im Querschnitt nahezu kreisförmig und die Zellbreite b = 21', der Radius r = 10½', entspricht die Aus-

mengen (in GM pro Liter). Es sei noch bemerkt, daß die Fehlergrenze der Ablesungen bei ± ¼′ ist.

Da die Zeit zwischen der IV. und V. Messung 2 Stunden betrug, sind diese Werte durch 2 zu dividieren, um mit den anderen vergleichbar zu werden.

Zelle	I.	II.	III.	IV. V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
	Messung							
1	2½	2½	6½	8¼ : 2	8¾	4	9½*	tot
2	2	2	1	1 : 2	½	¾	½	¼
3	2²/₃	1⁷/₁₂	¾	4¼ : 2	9¾	2	1½	3½
4	—	2¼	1½	8¼ : 2	2	2¼	2¼	2
6	1	1	1	6¼ : 2	2	1½	1	2½
6	1¼	¾	¾	1½ : 2	6½	1	1	1
7	¼	2	½	½ : 2	½	½	5	2
8	2¼	¾	½	1¼ : 2	—	11¼*	tot	
9	½	1½	¾	1¾ : 2	zur.*	tot		
10	⅚	¾	14¼*	zurück	tot			
11	1½	1¼	tot					
12	½	½	½	2½ : 2	5½*	tot		
13	1	1¼	½	4¼ : 2	2½	2¼	V	8¼ : 2
14	¾	2½	1½	7¼ : 2*	tot			
15	1	1	½	¼ : 2	¾	½	6½	½
16	½	1	¾	—	1	5	1	1½
17	1	1¼	¼	9½ : 2	½	1½	tot	

Das Bild der Permeabilitätswerte ist also sehr bunt! Die Einzelwerte sind noch weit weniger konstant als die Mittelwerte. Der zeitliche Verlauf der Permeabilität für die einzelne Zelle ist keineswegs stetig.

Besonders oft ist ein Protoplast gerade in einem Intervall ganz auffallend stark durchlässig.

Betrachtet man diese hohen Werte, so erkennt man, daß von den 8 Protoplasten, die während des Versuches abgestorben sind, 6 gerade in der letzten Stunde vor der, in welcher sie starben, abnormal hohe KNO_3-Mengen aufgenommen haben; so Zelle 1 bei der VIII. Messung, Zelle 8 bei der VII., 10 bei der IV. Messung usw. (durch * bezeichnet)[1]: Spuren sonstiger Schädigung (unregel-

dehnung um 1′ einer Volumzunahme um $r^2\pi$ $8{,}9^2\mu^2 = 346 \times 59{,}32\,\mu^3 = 20590\,\mu^3$. Soviel KNO_3-Lösung ist eingedrungen. Ein Liter Lösung von 0,25 GM enthält 101,12 : 4 = 25,28 g KNO_3, ein μ^3 10^{-15} mal weniger, und die Volumzunahme um 1′ entspricht in unsern Zellen also einer Aufnahme von $25{,}28 \times 20590 \times 10^{-15} = 5{,}205 \cdot 10^{-10}$ g $= 0{,}5 \cdot 10^{-6}$ mg KNO_3 oder einem halben Milliontel Milligramm KNO_3. So unvorstellbar kleine Salzmengen können durch die plasmometrische Untersuchung bei ihrem Eintritt in den lebenden Protoplasten noch quantitativ nachgewiesen werden!

1) Diese Zellen wurden von der Berechnung der Mittelwerte ausgeschlossen.

mäßige Kontur, „Tonoplastenstadium")[1]) waren bei der betr. Ablesung nicht wahrzunehmen. Zweifellos handelt es sich hier um „pathologische", irreversibel erhöhte Permeabilität, die als erstes Symptom den in der folgenden Stunde bevorstehenden Tod ankündigt. Der ganz allmähliche Verlust des fürs Leben charakteristischen Permeabilitätswiderstandes war seit DE VRIES[2]) bekannt und wird nun quantitativer Verfolgung zugänglich.

Ganz überraschend sind aber die Ungleichmäßigkeiten im Verlauf der Stoffaufnahme bei den anderen, den dauernd lebensfähigen Protoplasten.

Eine stete Abnahme der Permeabilität, wie sie FITTING — im Mittel für ganze Präparate — bei *Rhoeo* fand, zeigen Zelle 2 und Zelle 8 (bis zur VI. Messung).

Bei mehreren Zellen nimmt aber die Durchlässigkeit, nachdem sie ein paar Stunden gesunken oder an sich gering war, bei einer späteren Messung wieder zu und steigt vorübergehend zu hohen Werten an. So besonders auffällig bei Zelle 8 und 6, VI. Messung; Z. 7 und 15, VIII. M.; Z. 16, VII. M.; — ferner bei Z. 1, IV. M.; Z. 4 und 17, V. M. — All diese Protoplaste bleiben nachher stundenlang am Leben, sie behalten nicht nur ihr völlig normales Aussehen (kugelige Oberflächenrundung), sondern sie zeigen nach der vorübergehenden Erhöhung wieder Permeabilitätswerte, ähnlich wie vorher. So Zelle 8, 4, 6, 16, 17.

Erneute Stoffaufnahme nach völligem Stillstand zeigen Z. 4, III. M., Z. 16, VI. M.

Versuchsfehler, wie Konzentrationsschwankung der Untersuchungsflüssigkeit, liegen hier sicher nicht vor. Dies wird sehr schön bewiesen durch den Umstand, daß in jedem Intervall die große Mehrzahl der Zellen sich „normal" verhält — während umgekehrt auch fast jedesmal irgendwo Schwankungen vorkommen. Daraus darf aber auch der Schluß gezogen werden, daß diese Änderungen der Permeabilität nicht direkte Reaktionen auf äußere Einflüsse darstellen, denn von solchen müßten ja alle benachbarten Zellen des Versuches betroffen werden[3]).

Es besteht nun gewiß kein Grund, diese vorübergehende Zunahme der Permeabilität als pathologisch zu bezeichnen! Man wird sie nicht der bekannten, auch im plasmometrischen Versuch so scharf hervortretenden prämortalen Permeabilitätszunahme gleich-

1) Vgl. HÖFLER, Denkschr. d. Akad. d. Wiss. in Wien, I. Abt., Bd. 95, 1918, S. 164 (im folg. gekürzt „Denkschr. S.").

2) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 16, 1885, S. 465. — Wie werden die Kurven der Permeabilitätsänderung bei kürzeren Messungsintervallen ausfallen?

3) Tatsächlich findet man auch bei sorgfältigen Versuchen oft in einem best. Intervall an vielen Zellen auffällig hohe oder niedere Permeabilitätswerte. Die betreffende Messung ist dann zunächst minder zuverlässig. Wird ein Schnitt irgendwie geschädigt, so äußert sich dies meist darin, daß auffällig viele Zellen tot oder irreversibel erhöht sind.

setzen. Man muß sie der normalen Zelle zuschreiben[1]). Wir stehen da vor einer neuen, bisher unbekannten Tatsache. Gesunde plasmolysierte Protoplaste zeigen in hypertonischer KNO_3-Lösung ganz bedeutende reversible Permeabilitätsschwankungen.

Versuch A gibt noch keinen Aufschluß über Verlauf und Größe der Permeabilität während der 2 ersten Stunden der Plasmolyse. Ist nicht vielleicht am Beginn die Durchlässigkeit, wie bei *Rhoeo*, bedeutend höher? Da unsere Methode für die Zeit imperfekter Plasmolyse versagt[2]), versuchte ich hierüber auf indirektem Wege Aufschluß zu gewinnen, mittelst der von FITTING neuerlich genau bestimmten isotonischen Koeffizienten[3]).

Zu diesem Zwecke wurde im unmittelbar benachbarten Schnitt B in ganz gleich gelegenen, gleich breiten Zellen der wahre osmotische Rohrzuckerwert plasmometrisch bestimmt.

Versuch B 18. VI. 1918.

15½ Stunden in H_2O. Dann in **0,30 GM** Rohrzucker. Hier 1. Messung nach 5 Stunden (diese Wartezeit war als die günstigste erprobt, Denkschr., l. c., 1918, S. 139). Der Grad der Plasmolyse betrug in 13 benachbarten 21′ breiten Zellen einer Längsreihe:

G = 0,584, 0,643, 0,587, 0,594, 0,574, 0,603, 0,608, 0,604, 0,606, 0,606, 0,599, 0,594, 0,607; — Mittelwert G_3 = 0,6005.

O_{80} = 0,6005 × 0,30 = **0,18015 GM** Rohrz. (= 0,110 GM KNO_3).

Der mittlere osmotische Wert ist 0,180 GM Rohrz. Wir dürfen annehmen, daß der Wert der in Versuch A verwendeten Zellen vor der Plasmolyse in KNO_3 (und nach dem Wässern) der gleiche war. Der von FITTING für die gleiche Konzentrationslage bestimmte *isotonische Koeffizient für* KNO_3 ist 1,64 (für Rohrz. = 1). Also ist der anfängliche KNO_3-Wert in Vers. A 0,180 : 1,64 = 0,110 GM KNO_3. Bei der ersten Messung in 0,25 GM KNO_3 war der Wert 0,1214 GM KNO_3. Somit wären in den 2¼—2½ Stunden vor der ersten Messung im Mittel beiläufig 0,0114 GM KON_3 eingedrungen, was einer stündlichen Aufnahme von etwa **M = 0,0049 GM**[4]) entspricht.

---

1) Die sich freilich im plasmolytischen Versuch unter „unphysiologischen" Bedingungen befindet.

2) Diese Ber., l. c., Bd. 36, S. 439.

3) Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 57, 1917, S. 558, 602.

4) Die Werte sind naturgemäß minder genau als die direkt an denselben Zellen gemessenen, u. a. deshalb, weil bei der absoluten osmotischen Wertung mit Elektrolytsalzen ja am direkt berechneten Wert (O = C × G) eine kleine „physikalische" (Diese Ber., l. c., S. 430) Korrektur rücksichtlich des inkonstanten Ionisationsgrades anzubringen wäre; M würde dadurch etwas kleiner.

Versuch C. KNO$_3$-Permeabilität in der

Schnitt erst 1½ Stunden gewässert. Am 17. VI. 5h30 nachm. in 0,25 GM KNO$_3$, hier 1. Messung nach 2¼ St. um 7h45—8, 2. Messung am 18. VI 9h20—40 vorm. Die Plasmolyse war fast verschwunden, der Schnitt wurde daher um 9h40 in 0,30 GM KNO$_3$ übertragen, wo neue Pl eintrat und hier gleichzeitig und unter gleichen Bedingungen wie Schnitt A. u. B. beobachtet, 3. Messung 10h35—45, 4. Messung 11h35—48, 5 Messung 1h05—22, 6. Messung 3h35—50, 7. Messung 4h35—50. Am 19. VI. Zellen meist tot. — 17 benachbarte Zellen einer Längsreihe wurden gemessen. Sie waren schmäler als die Zellen des Versuchs A u. B (nur 8' breit) und lagen näher am Gefäß-

C	Zelle	1. Messung 7h45—8h abd.					2. Messg 9h20—40	C	3 Messung 10h35—45			
		l_1 / h	2 m	b	G_1	O_1	G_2		l_3 / h	2 m	G_3	O_3-O_1
0,25 GM KNO$_3$	1	impf.	—	8	—	—	0,87$_0$	0,30 GM KNO$_3$	2—55 / 70	2×3½	0,72$_0$	—
	2	impf.	—	„	—	—	0,87$_1$		8½—38 / 38	„	0,70$_8$	—
	3	impf.	—	„	—	—	zur.		8—55½ / 65½	1×3½	0,83$_2$	—
	4	impf.	—	„	—	—	0,94		0—53 / 65½	2×3½	0,76$_9$	—
	5	impf.	—	„	—	—	Gr.		10—75 / 81	„	0,77$_0$	—
	6	3—30 / 87½	2×3½	„	0,65$_0$	0,162$_5$	Gr.		0—38 / 87½	„	0,81$_0$	0,080$_5$
	7	8½—39 / 44	„	„	0,63$_4$	0,158$_5$			5½—44 / 44	1×3½	0,84$_5$	0,095
	8	5—41 / 53½	„	„	0,63$_0$	0,157$_5$			0—48½ / 53½	3+2	0,86$_9$	0,104
	9	6—42 / 51½	„	„	0,64$_9$	0,16$_2$			0—46 / 51½	3+2	0,85$_4$	0,092
	10	15—65½ / 75	„	„	0,63$_9$	0,16$_0$	zurück n. Grenzpl.		9—71¼ / 75	2×3½	0,79$_5$	0,078$_5$
	11	9½—63½ / 77	„	„	0,66$_8$	0,16$_7$			3¼—70 / 77	„	0,83$_4$	0,083
	12	7½—40 / 49½	„	„	0,60$_4$	0,15$_1$			0—43 / 49½	„	0,81$_6$	0,094
	13	3—26 / 33½	„	„	0,60$_1$	0,15$_0$			0—30 / 33½	1×3½	0,85$_7$	0,107
	14	17⅔—59 / 62	„	„	0,62$_4$	0,15$_6$			tot	—	—	—
	15	3—32½ / 40	„	„	0,67$_2$	0,16$_8$			0—38½ / 40	3+1	0,92$_2$	0,088$_5$
	16	12—58½ / 58½	„	„	0,66$_5$	0,16$_6$			0—51 / 58	2×3½	0,83$_5$	0,084$_5$
	17	0—27+38—72 / 84½	„	„	0,66$_0$	0,16$_5$	0,92$_8$		10—78¼ / 84½	„	0,77$_6$	0,068 GM
		O_1 (Mittel) = 0,16$_0$ GM							verschmolzen			

18.—24. Stunde der Plasmolyse 17. 18. VI. 1918.

bündel und sind insofern nicht ganz vergleichbar; sie waren bei der 1. Messung am 17. VI. gewählt worden, da in den meisten andern Zellen die Plasmolyse noch imperfekt gewesen war. Ihre osmot. Anfangswerte sind höher, wohl *entsprechend* der Lage der Zellen und der *kürzeren Dauer der Wässerung* (vgl. Denkschr., l. c. S. 138, 140). Lineare Ausdehnung der Protoplaste um 1′ entspricht hier einer absoluten KNO_3-Aufnahme von 7,5 10^{-11} g. Bezeichnung wie früher; außerdem impf. = imperfekte Plasmolyse, Gr = Grenzplasmolyse. z = zur — Plasmolyse zurück.

4. Messung 11^h35—48		5. Messung 1^h05—22		6. Messung 8^h35—50		7. Messung 4^h35—50			O_7—O_3
G_4	O_4—O_3	G_5	O_5-O_4	G_6	O_6-O_5	$\frac{l_7}{h}$	G_7	O_7-O_6	
$0{,}72_0$	—	$0{,}72_0$	—	$0{,}77_7$	**0,017**	1—58½ / 70 Ton	$0{,}77_7$		**0,017** GM
$0{,}70_8$	—	$0{,}70_8$	—	$0{,}82_7$	**$0{,}035_5$**	—	zur.		—
$0{,}84_6$	**0,004**	$0{,}87_9$	**0,004**	$0{,}92_2$	**0,019**	1½—55½ / 65½	$0{,}95_0$	**$0{,}008_5$**	**$0{,}035_5$** „
$0{,}77_4$	**$0{,}001_5$**	$0{,}77_4$	—	$0{,}77_7$	**0,001**	0—53½ / 65½	$0{,}77_7$	—	**$0{,}002_5$** „
$0{,}84_2$	**$0{,}021_5$***	tot	—	—	—	—	—	—	—
$0{,}85_1$	**$0{,}012_5$**	$0{,}88_4$	**0,010**	zur.	≧**0,035**	—	zur.	—	[≧**$0{,}057_5$**?]
$0{,}85_7$	**$0{,}003_5$**	$0{,}85_0$	—	$0{,}86_8$	**$0{,}003_5$**	4½—44 / 44	$0{,}86_8$	—	**0,007** „
$0{,}86_9$	—	$0{,}86_9$	—	$0{,}86_9$	—	0—48¾ / 58½	$0{,}87_5$	**0,002**	**0,002** „
$0{,}85_4$	—	$0{,}85_4$	—	$0{,}85_4$	—	0—46½ / 51½	$0{,}86_4$	**0,008**	**0,008** „
$0{,}79_5$	—	$0{,}79_5$	—	$0{,}80_8$	**0,004**	9—72¼ / 75	$0{,}80_8$	—	**0,004** „
$0{,}83_7$	**0,001**	$0{,}83_7$	—	$0{,}83_7$	—	2—69½ / 77	$0{,}84_3$	**0,002**	**0,003** „
$0{,}81_6$	—	$0{,}81_6$	—	$0{,}82_6$	**0,003**	0—43½ / 49½	$0{,}82_6$	—	**0,003** „
$0{,}85_7$	—	$0{,}85_7$	—	$0{,}85_7$	—	0—30 / 33½	$0{,}85_7$	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$0{,}92_2$	—	$0{,}93_6$	**0,004**	zur.	≧**0,019**	—	zur.	—	[≧$0{,}028_5$?]
$0{,}83_5$	—	$0{,}84_3$	**$0{,}002_5$**	$0{,}85_2$	**0,008**	0—52½ / 58	$0{,}86_0$	**$0{,}002_5$**	**$0{,}007_5$** „
$0{,}84_5$	**$0{,}020_5$*** GM	zur.	— GM	—	— GM	—	—	— GM	—

Damit ist ein wichtiger Nachweis erbracht. Die Durchlässigkeit ist in den ersten 2 Stunden nicht wesentlich anders als nachher. Daraus darf man aber schließen, daß die nach dem Eintritt der Endplasmolyse von der 3. Stunde an gemessene Permeabilität noch die charakteristische ist. Die im vorigen Aufsatze[1] als Paradigma für plasmometrische Permeabilitätsmessungen vorgeführten Versuche werden durch diesen Nachweis nachträglich gerechtfertigt.

Wie die Permeabilität bei noch längerdauernder Salzeinwirkung sich verhält, zeigt der an einem Nachbarschnitt vorgenommene Versuch C, in dem die Gesamtpermeabilität der 3.—18. und der Einzelverlauf von der 18. bis zur 24. Stunde der Plasmolyse verfolgt wurde.

(Versuch C vgl. S. 322/23.)

Von der 8. bis zur 17. resp. 18. Stunde sind aus 0,25 GM um 0,09 GM KNO_3 eingedrungen, also im Mittel für die ganze Zeit pro Stunde **M = 0,006 GM.** — etwa ebensoviel wie im Versuch A. Als nach dem Rückgang der Plasmolyse die Zellen in 0,30 GM KNO_3 neu plasmolysiert wurden, erwies sich hier schon im ersten Intervall (19. St) die Permeabilität als sehr gering; sie ist gesunken, fast 0 geworden. Nur die Zellen 5 und 17 sind stark permeabel, M = 0,0215 u. 0,0205 GM; sie erscheinen dadurch abnormal — tatsächlich sterben beide bald nachher. Pathologisch erhöhte Permeabilität tritt somit auch nach so langer Plasmolyse noch als prämortale Erscheinung auf. — Erhöht durchlässig sind dann auch Z. 1 und 2 bei der VI. Messung.

10 andere Zellen bleiben bis zuletzt intakt. Sie zeigen in klarer Weise die Abnahme der Durchlässigkeit bei lang dauernder KNO_3-Plasmolyse. Von Zelle 6—16 wissen wir, daß sie von 8^h abd. bis 9^h20 resp. 10^h35 vorm 0,07 bis 0,11 GM KNO_3 aufgenommen haben (allerdings ist nicht festgestellt, wann *innerhalb dieser Zeit die Aufnahme erfolgt ist); von der 3.—7. Messung er*wiesen sich nun dieselben Zellen als fast undurchlässig für das Salz. Der Protoplast 13 ist während der 6 Stunden ganz konstant geblieben, die Prot. 4, 8—12, 16 haben sich noch ein ganz klein wenig ausgedehnt, um $\frac{1}{4}$—$1\frac{1}{2}$′ was einer osmot. Wertzunahme von 0,002—0,007 GM KNO_3 entspricht. Die Salzaufnahme ist also in der 17.—24. Stunde nicht ganz sistiert, aber sie ist im Vergleich zur anfänglichen unmerklich klein.

Daß die Protoplaste auch jetzt noch sich individuell verschieden verhalten, beweist Zelle 3; ihre Permeabilität in der 18.—24. St von 0,035 GM, M = 0,0059 GM, entspricht noch genau der früheren mittleren Salzaufnahme aller Protoplaste, ist also nicht vermindert. Desgleichen ist in Zelle 16 die Perm. klein, aber deutlich bis zuletzt. — Auch Schwankungen an intakten Protoplasten sind noch nachzuweisen.

In der großen Mehrzahl der Zellen ist aber die von FITTING an *Rhoeo* konstatierte Abnahme der Permeabilität bei dauernder

1 Diese Ber., l. c. S. 424f, 438.

Salzplasmolyse für mein Objekt bestätigt, nur tritt sie hier erst viel später, und nicht in allen Zellen, ein

Gänzlich verschwindet die Permeabilität auch bis zur 24. Stunde in der Regel noch nicht, ja ich habe in anderen Versuchen auch für die 24.—48. St noch Durchlässigkeit, wenn auch ± stark vermindert gegenüber dem Beginn der Versuche, nachweisen können[1]).

Schon diese wenigen Versuche zeigen, daß die Erscheinungen des Permeabilitätsverlaufes am Einzelprotoplasten viel verwickelter und *mannigfaltiger sind, als man bisher hat annehmen können*[2]). Die Zahl der möglichen Fälle ist mit den mitgeteilten nicht erschöpft. Sie läßt sich auch noch kaum überblicken. Bietet doch bei dem heutigen Stande der Plasmometrie fast jeder mit Umsicht unternommene Versuch in irgendwelcher Hinsicht Neues, Unerwartetes. Wie bei so vielen Erscheinungen an Lebendigen tritt auch bei den Permeabilitätserscheinungen gerade die individuelle Mannigfaltigkeit besonders stark hervor.

Nichts ist deshalb auf dem jungen Arbeitsfelde gefährlicher als voreilige Generalisierung der Resultate oder Versuche theoretischer *Interpretation, die auf Eindeutigkeit Anspruch erheben.* Der Zweck der vorliegenden Mitteilung ist nur, einige wesentliche, oft wiederkehrende Züge festzulegen.

Zusammenfassung.

An den Stengelzellen von *Tradescantia elongata* wurde der zeitliche Verlauf der Plasmapermeabilität in hypertonischer KNO_3-Lösung plasmometrisch verfolgt.

1) Auf die interessanten Permeabilitätsphänomene an „Tonoplasten" (Protoplasten, an denen Außenhautschicht, Binnenplasma und Kern tot sind und nur die innerste, an die Vakuole grenzende Plasmaschicht mehr lebt) soll *erst später eingegangen werden* — *ebenso auf die merkwürdigen, abnormalen,* in Salzlösungen auftretenden Plasmolyseformen, die ich „Kappenplasmolyse" nannte. An diesen läßt sich die Permeabilität der äußeren und inneren Plasmahautschicht gesondert plasmometrisch messen; ich bin mit der monographischen Untersuchung dieser Formen beschäftigt.

2) Es liegt nahe zu erwarten, daß der Einfluß *variierbarer* Außenfaktoren (Temperatur, Zusatz chemischer Agentien oder Vorbehandlung mit solchen, ev. Licht) sich im zeitlichen Verlauf ebensosehr oder vielleicht noch deutlicher äußern müßte als in der absoluten Größe der Permeabilität. Bei derartigen Untersuchungen werden jedoch, zumindest wo es sich um Salzdurchlässigkeit handelt, die hier nachgewiesenen, wie es scheint, autonom erfolgenden Schwankungen der Permeabilität zu berücksichtigen sein.

Wenn die Protoplaste nach etwa 2stündiger Plasmolyse ihre Endform erreichen und die direkte Messung beginnen kann, ist die Permeabilität noch typisch, nicht herabgesetzt. Gleiche Nachbarzellen verhalten sich in ihrem Permeabilitätsverlauf sehr ungleich. Auch dieselbe Zelle pflegt in aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten sehr ungleiche KNO_3-Mengen aufzunehmen.

Der deutlichste Zug ist der ganz allmähliche Permeabilitätsanstieg in den Stunden vor dem Tode. Außerdem werden bisher unbekannte, reversible Permeabilitätsschwankungen am dauernd lebensfähigen Protoplasten nachgewiesen, die im einzelnen sehr verschiedenartig sein können und die nicht als direkte Reaktion auf äußere Einflüsse zu deuten sind.

Bei lang dauernder Salzplasmolyse tritt die von FITTING gefundene Abnahme der Permeabilität hervor. Sie tritt nur erst viel später auf als bei *Rhoeo*. Sie erfolgt bei vielen, doch nicht bei allen Zellen.

41. Norbert Patschovsky: Indigokarmin zur Schnellfärbung des Zellkerns.

(Eingegangen am 12. August 1919.)

Einige Mißerfolge mit dem zur raschen Tinktion des Zellkerns viel verwendeten Gemisch von Methylgrün und Essigsäure waren für mich der Anlaß, nach einem anderen Farbstoff zu suchen, mit dem sich eine schnelle Kernfärbung, wie sie etwa im Anfängerpraktikum brauchbar sein kann, erzielen ließe. Zu einem überraschend guten Ergebnis kam ich in dieser Richtung mit einer Mischung von wässriger Indigokarminlösung mit Essigsäure. Der verwendete Farbstoff stammt von E. MERCK (Darmstadt) und ist bezeichnet als „Indigocarmin opt. Teigform".

Ich pflege eine tiefblaue wäßrige Lösung herzustellen, die indes nicht so intensiv ist, daß sie als dünne Schicht zwischen Objektträger und Deckglas dunkler als ein blasses Hellblau erscheint. Der Zusatz von Essigsäure erfolgt am besten erst bei der Anwendung, in der Weise, daß man auf dem Objektträger die Farblösung mit einem Tropfen Essigsäure mischt und das Objekt darin untertaucht. Es hat sich nämlich gezeigt, daß von vornherein

mit Essigsäure versetzte Indigokarminlösung auf die Dauer nicht haltbar ist: Zwei gleichzeitig hergestellte Lösungen mit der gleichen Farbentönung, von denen die eine Essigsäure enthielt, die andere nicht, unterschieden sich nach fünfwöchentlichem Stehen am Tageslicht durch das wesentlich verblaßte Blau der ersten. Ein Parallelversuch mit zwei in den Dunkelschrank gestellten Lösungen zeigte beim Vergleichen, daß das Licht während derselben Zeit die Entfärbung der mit Essigsäure versetzten Farblösung noch befördert hatte.

Wo der Farbstoff in die Zellen schnell einzudringen vermag, wie z. B. in viele Algenzellen, geht die Färbung des Kerns fast augenblicklich vor sich. Der Kern färbt sich dabei intensiv kornblumenblau, das Kernkörperchen noch um eine deutliche Stufe dunkler. Das Cytoplasma färbt sich in der Mehrzahl der geprüften Fälle nur sehr schwach oder garnicht, die Membranen bleiben stets ungefärbt.

Versuche, die Essigsäure durch Chrom- oder Pikrinsäure zu ersetzen, schlugen fehl, da die erste den Farbstoff zerstört, die zweite die Kerntinktion verhindert. Jedoch ließen sich bei einer großzelligen *Spirogyra* sowie bei *Cladophora* durch Einlegen in Pikrinsäure zuerst die Pyrenoide intensiv gelb färben (STRASBURGER-KOERNICKE, Botan. Prakt. 1913, S. 402); dann konnte nach flüchtigem Abspülen und Einlegen der Fäden in Indigokarmin-Essigsäure die gleichzeitige Blaufärbung der Zellkerne erreicht werden.

Die ersten Versuche sind mit der genannten *Spirogyra* angestellt worden, wo der Kern in der Mitte der Zelle an Plasmafäden aufgehängt ist. Es zeigte sich sogleich das typische Verhalten: Cytoplasma und Membran bleiben farblos, der Kern wird blau, der Nucleolus dunkler blau. Bei *Cladophora* gelang es, die zahlreichen Kerne der Zelle ohne weitere Vorbehandlung sichtbar zu machen, besonders in Fäden, die bei geringerem Chlorophyllgehalt durchsichtiger waren. Die zahlreich gespeicherten Stärkekörner erwiesen sich als nicht störend.

Von Algen ergaben die Kernfärbung noch: *Oedogonium* (vegetative Zellen), *Euglena*, Diatomeen. Abweichend von diesen verhielt sich *Polytoma uvella* (chlorophylllose saprophytische Volvocinee), wo durch Indigokarmin-Essigsäure der ganze Protoplast gefärbt wird. So auch zufällig mitgefärbte Vorticellen, deren gesamtes Protoplasma blau wird, worin der Kern sich allerdings etwas dunkler bläut. Entsprechendes fand ich beim Eintragen von Schnitten aus den Keimblättern der Erbse in die Farblösung: Der gesamte Inhalt der Zellen mit Ausnahme der Stärkekörner (zum großen Teil

Aleuron) wird blau[1]); ein Hervortreten des Kerns war nicht zu erzielen. Dies ist mir am selben Objekt beim Gebrauch von wäßrigem Methylgrün ebenfalls nicht gelungen (angegeben in: STRASBURGER-KOERNICKE l. c., S. 125). Das Methylgrün färbt die aleuronhaltige Grundsubstanz der Zellen tief blauviolett. In Pollenkörnern (*Hemerocallis*, Gramineen) färbte Indigokarmin gleichfalls den ganzen Inhalt intensiv blau.

Dagegen verhielten sich in der oben angegebenen typischen Weise (spezifische Färbung von Kern und Nucleolus) wiederum noch folgende Objekte: Abgetrenntes Blatt von *Elodea*; der Farbstoff dringt zuerst an der Schnittstelle ein. Epidermis von den Blütenblättern einer *Magnolia*. — Epidermis der Blattunterseite von *Tradescantia zebrina* (Kern und Nucleolus färben sich auch in den Schließ- und Nebenzellen der Spaltöffnungen). — In die Staubfadenhaare von *Tradescantia* dringt der Farbstoff unter Deckglas nur langsam ein. Ich sah vereinzelte Haare, die nach halbtägigem Liegen in der Farblösung noch unverändert schienen. Die Färbung des Kerns verstärkt sich nach und nach zu einem tiefen Dunkelblau, während das Cytoplasma blaßblau wird. Ein Nucleolus wurde nicht sichtbar. — Junge Moosblätter (*Mnium*) sind sehr geeignet; das Cytoplasma bleibt farblos. — *Symphoricarpus racemosus*, Fruchtfleisch: Besonders intensive Färbung des Nucleolus. — *Ornithogalum*, junges Endosperm im Embryosack (Alkohol-Material): Bläuung der zahlreichen und großen Kerne.

Halle a. S., im August 1919.

1) Ebenso stark bläuen sich die Aleuronkörner im Endosperm von *Ricinus*.

42. Otto Gertz: Über septierte Stomazellen.

(Mit 16 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 9. September 1919.)

Anomalien infolge Septierung der Spaltöffnungszellen treten nur in seltenen Ausnahmefällen auf. Die diesbezüglichen Literaturangaben sind auch verhältnismäßig spärlich. Die erste rührt von W. PH. SCHIMPER her und bezieht sich auf einige Laubmoose, wo Spaltöffnungen bekanntlich auf der Außenseite des Sporogons auftreten. Wie SCHIMPER und dann HABERLANDT und BÜNGER hervorgehoben haben, neigen die hier vorkommenden Stomazellen vielmals zu Anomalien. Bei *Polytrichum commune, juniperinum* und wohl auch den anderen Arten dieser Gattung besitzt die Apophyse der Kapsel oft vierzellige Spaltöffnungen, indem sich die beiden Schließzellen in ihre Mitte durch eine Querwand geteilt haben. Bei *Mnium cuspidatum* beobachtete HABERLANDT ferner, daß die eine Schließzelle eines Spaltöffnungsapparates durch zwei schiefe Querwände in drei Tochter- bezw. Enkelzellen geteilt worden war. BÜNGER erwähnt weitere Fälle der betreffenden Erscheinung. Bei den Phanerogamen scheint dagegen, nach den vorliegenden Literaturangaben, diese Anomalie sehr selten zu sein. Beobachtungen hierüber liegen nur aus der letzten Zeit und zwar von PIROTTA und LONGO, GUTTENBERG, KÜSTER und ZWEIGELT vor. Nach PIROTTA und LONGO treten an den Deckblättern bei *Cynomorium coccineum* mehrzellige Spaltöffnungen verschiedener Art auf, indem hier die eine bezw. beide Stomazellen eines Spaltöffnungsapparates einerseits Querteilung aufweisen, anderseits ferner einer abnormen Längsteilung unterliegen können. GUTTENBERG fand Bildungsabweichungen dieser Art in verschiedenen Varianten an einigen durch Pilze verunstalteten Wirtspflanzen. Bei den Mykocecidien von *Ustilago Maydis* auf *Zea Mays* kommen z. B. vierzellige Spaltöffnungen vor, wo die abnormen Teilungen parallel zum Spalt der Schließzellen oder ungleichmäßig — schief und senkrecht — stattgefunden haben. Weitere Fälle beschreibt KÜSTER bei gewissen, durch Insekten hervorgerufenen Deformationen. Er führt als Beispiele dieser Anomalie die Gallen von *Pontania proxima* auf *Salix*-Blättern an, bei welchen nicht selten, infolge Teilung der

einen oder beider Stomazellen, drei- bezw. vierzellige Spaltöffnungen entstehen. Ueber noch einige Fälle derselben Erscheinung berichtet ferner ZWEIGELT. Dieser Forscher fand, daß sich einerseits an den Perigonblättern der *Aspidistra elatior*, andererseits auch an einigen, durch Aphiden verursachten Gallen auf *Prunus domestica* Teilungen der Stomazellen zuweilen feststellen ließen.

Während meiner seit Jahren angestellten Untersuchungen über pathologische Spaltöffnungen traf ich öfters diese bemerkens-

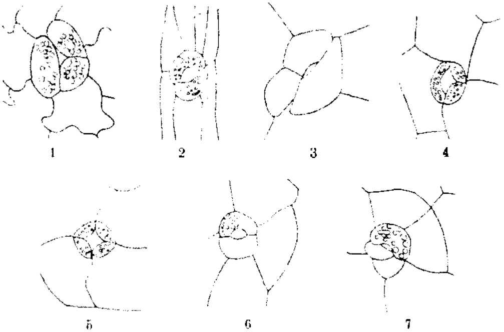


Abb. 1. *Datura Metel*, Fruchtknoten, Innenseite
Abb. 2. *Cleome speciosissima*, reifender Fruchtknoten, Außenseite.
Abb. 3. *Reseda Luteola*, Fruchtknoten, Außenseite.
Abb. 4, 5. *Tropaeolum majus*, Teilfrüchtchen, Außenseite.
Abb. 6, 7. *Passiflora Banksii*, reifender Fruchtknoten, Innenseite.

werte Anomalie, und die Anzahl der diesbezüglichen Fälle hat sich dadurch beträchtlich vermehrt. Die betreffenden Anomalien treten bei manchen Pflanzen gewissermaßen normal auf, wie z. B. bei der Postfloration — an Kelchblättern und Pericarpien —, ferner an Integumenten bezw. Samenschalen. Daneben wurden aber auch solche pathologisch in großer Fülle bei Gallen, in einem Falle sogar experimentell bedingt — bei Züchtung von Pflanzen unter extremen Lebensbedingungen — gefunden.

Bei postfloral fortwachsenden Kelchen habe ich bis jetzt nur bei *Solanum Capsicastrum* Septierung von Stomazellen be-

obachtet. Dagegen weisen besonders die Fruchtwände während der Postfloration in vielen Fällen Beispiele dieser und anderer Anomalien im Bau der Spaltöffnungen auf. Septierte Stomazellen zeigten somit:

Datura Metel: an der Innenseite, wo Anomalien verschiedener Art in buntem Wechsel auftreten (Abb. 1);

Cleome speciosissima: an der inneren Seite des Pericarpiums, wo die Spaltöffnungen ebenfalls Anomalien anderer Art sehr häufig aufweisen (Abb. 2);

Reseda Luteola: Aussenseite der Kapsel; die Spaltöffnungen zeichnen sich hier durch riesenartige Größe aus (Abb. 3);

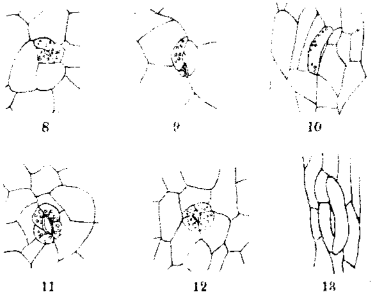


Abb. 8, 9. *Carya aquatica*, Samenschale.
Abb. 10. *Salix alba*, Galle von Pontania proxima, Blattunterseite.
Abb. 11, 12. *Populus pyramidalis*, Galle von Pemphigus affinis, Blattunterseite.
Abb. 13. *Cucurbita Pepo*, hypocotyles Stengelglied.

Tropaeolum majus: Außenseite der Fruchtwand (Abb. 4);

Passiflora Banksii: Innenseite der Fruchtwand; die Querwand der septierten Stomazelle ist senkrecht oder schief zur morphologischen Längsachse der Spaltöffnung gestellt (Abb. 6, 7);

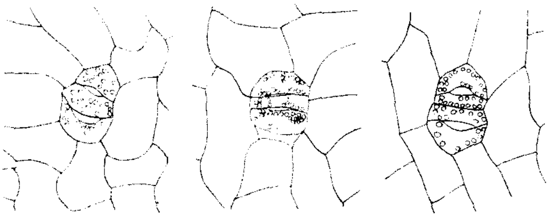
Skimmia fragrans: innere Fruchtwand.

Im allgemeinen beschränkt sich die Septierung auf die eine Schließzelle. Seltener tritt sie bei beiden Stomazellen ein. Vierzellige, in dieser Weise entstandene Spaltöffnungen habe ich nur bei *Tropaeolum majus* (Abb. 5) und *Skimmia fragrans* gefunden, bei der ersteren an der äußeren, bei der letzteren an der inneren Seite des Pericarpiums.

Unter spaltöffnungsführenden Samenschalen seien diejenigen von *Juglans regia* und *Carya aquatica* (Abb. 8, 9) erwähnt, bei welchen die Spaltöffnungsapparate verhältnismäßig häufig Septierung der einen Schließzelle aufweisen.

Die betreffende Anomalie findet sich ferner, wie erwähnt, an Gallen vor. Unter den diesbezüglichen Fällen seien erwähnt:

Ulmus montana — Schizoneura ulmi,
Populus pyramidalis — Pemphigus affinis,
Salix alba — Pontania proxima (Abb. 10),
Silene acaulis — Perrisia alpina.



14 15 16

Abb. 14—16. *Nicotiana macrophylla*, Fruchtknoten, Außenseite.

Betreffs der Einzelheiten vgl. den Text. Vergrößerung in sämtlichen Abbildungen etwa 170.

Vierzellige Spaltöffnungsapparate wurden hier nur beim Cecidium *Populus pyramidalis* — Pemphigus affinis (Abb. 11, 12) gefunden.

Es sei schließlich erwähnt, daß drei- und vierzellige Spaltöffnungsapparate auch unter experimentell realisierten abnormen Bedingungen hervorgehen können. Dies wurde z. B. bei einem Versuch mit Keimlingen von *Cucurbita Pepo* (Abb. 13) und *Luffa cylindrica* beobachtet, welche bei beinahe maximaler Temperatur (40—42° C.) und in dampfgesättigter Atmosphäre aufgezogen wurden. An den Keimblättern traten, nebst Deformationen anderer Art, dreizellige, bei *Luffa* in einem Falle sogar auch vierzellige Spaltöffnungen infolge Septierung der Stomazellen auf.

In sämtlichen oben beschriebenen Fällen waren die überzähligen Spaltöffnungszellen durch Querteilung normaler Stoma-

zellen zu Stande gekommen. Seltener ist die neue Wand in mehr oder weniger schiefer Richtung apponiert. Es kommt aber ausnahmsweise auch vor, daß eine Teilung der Stomazellen in die Länge eintritt. Derartige Erscheinungen, die in verschiedenen Varianten vorliegen können, habe ich bei folgenden Pflanzen beobachtet:

Nicotiana macrophylla (Außenseite der Fruchtwand),
Helleborus niger (Außenseite der Fruchtwand) und
Cleome speciosissima (Innenseite der Schote).

Unter diesen Fällen seien diejenigen der ersterwähnten Pflanze näher besprochen (Abb. 13—16). Die infolge Teilung der Mutterzelle dreizelligen, in einigen Fällen sogar vierzelligen Spaltöffnungsapparate bestehen aus parallel zu einander orientierten und oft durch zwei Spalten von einander abgegrenzten Stomazellen. Die mittlere Zelle eines solchen dreizelligen Spaltöffnungsapparates ist selbstverständlich funktionslos, die beiden seitlich gestellten aber sind befähigt, bei wechselndem Turgor die Stomaspalten zu erweitern bezw. zu verengen. Was die vierzelligen Spaltöffnungen anbetrifft, sind die zwei mittleren Zellen derselben hermetisch gegen einander gedrückt, die beiden seitlichen aber besitzen, wie im vorigen Falle, die Fähigkeit, die Spalten zu öffnen und zu schließen. Ob das Entstehen der vierzelligen Spaltöffnungsapparate in diesen sämtlichen Fällen einer wiederholten Teilung der Mutterzelle zuzuschreiben sind, sei dahingestellt. Solche Gebilde können auch als Zwillingsspaltöffnungen hervorgehen, also als Descendenten zweier von Anfang an differenten Mutterzellen erklärt werden.

Die hier erörterten Verhältnisse werden in einer in schwedischer Sprache erscheinenden Abhandlung eingehend beschrieben (Kungl. Fysiografiska Sällskapets Handlingar, N. F., Bd. 30, 1919 in Lunds Universitets Årsskrift, II, 1919).

Lund, pflanzenphysiologisches Institut, Oktober 1918.

Literatur.

E. Bünger, Beiträge zur Anatomie der Laubmooskapsel. (Botan. Centralbl. Bd. XLII, 1890, S. 193.)

O. Gertz, Studier öfver klyföppningarnas morfologi, med särskild hänsyn till deras patologiska utbildningsformer. (Kungl. Fysiografiska Sällskapets Handlingar, N. F., Bd. 30, 1919. — Lunds Universitets Årsskrift, II, 1919).

H. v. Guttenberg, Beiträge zur physiologischen Anatomie der Pilzgallen. Leipzig 1905.

G. HABERLANDT, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Laubmoose. (Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XVII, 1886, S. 357.)

E. KÜSTER, Pathologische Pflanzenanatomie. Zweite Auflage. Jena 1916.

R. PIROTTA & B. LONGO, Sulla presenza e sulla forma degli stomi nel *Cynomorium coccineum* L. (Atti della R. Accademia dei Lincei. S. V. Rendiconti, VII, 1899, p. 98.)

W. PH. SCHIMPER, Recherches anatomiques et morphologiques sur les Mousses. Thèse. Strasbourg 1848.

FR. ZWEIGELT, Vergleichende Anatomie der Asparagoideae, Ophiopogonoideae, Aletroideae, Luzuriagoideae und Smilacoideae nebst Bemerkungen über die Beziehungen zwischen Ophiopogonoideae und Dracenoideae. (Denkschr. d. k. Akad. d. Wissensch. Math.-naturw. Kl., Bd. 88, Wien 1913, S. 397.)

FR. ZWEIGELT, Blattlausgallen, unter besonderer Berücksichtigung der Anatomie und Aetiologie. (Centralbl. f. Bakt., Parasitenkunde und Infektionskr., II, Bd. 47, 1917, S. 408.)

43. Kurt Stern: Über negative Osmosen und verwandte Erscheinungen.

(Eingegangen am 2. Oktober 1919.)

I.

Das Schema der Vorgänge an semipermeablen Niederschlagsmembranen und die Theorie des osmotischen Drucks hat bis in die jüngste Zeit im großen und ganzen der Beschreibung und Erklärung der Flüssigkeitsbewegungen durch pflanzliche Plasmamembranen zur Grundlage gedient. Die Frage, ob und wo der berechtigten Anwendung dieses Schemas Grenzen gezogen sind, ist verhältnismäßig wenig erörtert worden. Im folgenden will ich auf einige Erscheinungen aufmerksam machen, die mit dem üblichen Schema in Widerspruch stehen und ihre Bedeutung für Vorgänge an pflanzlichen Protoplasmamembranen erörtern.

II.

Die Entdeckung dieser Erscheinungen verdanken wir DUTROCHET.[1]) DUTROCHET füllte ein Osmometer, das mit einem Stück Schweinsblase verschlossen war, mit Regenwasser und setzte

1) DUTROCHET, De l'endosmose des acides. Ann. de chim. et de phys. 1835. Bd. 60.

es in eine Oxalsäurelösung (d = 1,045). Die Flüssigkeit im Steigrohr sank nun nicht etwa, wie er es als Folge osmotischer Saugung erwartet hatte, sondern sie stieg. Umgekehrt sank die Flüssigkeitssäule im Steigrohr eines mit Oxalsäurelösung beschickten Osmometers, wenn es in reines Wasser gestellt wurde. Dieselben Erfahrungen machte DUTROCHET mit Lösungen von Weinsäure, Zitronensäure, verdünnter Salz-, Salpeter-, Schwefelsäure u. a. m. Auch wenn das Osmometer mit einer Tonmembran verschlossen war, trat „negative Osmose" ein. Die Wirkung eines solchen negative Osmose verursachenden Stoffes kann sogar die Wirkung von normal osmotisch wirksamen Stoffen überkompensieren: „En ajoutant à eau sucrée une quantité d'acide oxalique, égale en poids à celle du sucre, qu'elle tient à solution, c'est à dire $^{1}/_{16}$ de son poids, on invertit le sens du courant de l'endosmose, lequel ne marche plus alors de l'eau pure vers l'eau sucrée mais bien de l'eau et acide vers l'eau pure". Umgekehrt kann man die osmotische Steighöhe einer Zuckerlösung bedeutend vergrößern (verdreifachen), indem man das Osmometer nicht in reines Wasser, sondern in eine verdünnte Säurelösung stellt. Diese negativen Osmosen treten auf bei verdünnten und mittelkonzentrierten Lösungen von Säuren, bei hoher Konzentration wird der Sinn der Osmose normal. Bei einem bestimmten Mittelwert der Konzentration findet garkeine sichtbare Flüssigkeitsbewegung zwischen Lösung und Lösungsmittel statt. Dieser Mittelwert steigt mit sinkender Temperatur, so daß also Sinken der Temperatur die negative Osmose begünstigt. Dies Verhalten möge folgende Tabelle nach DUTROCHETs Angaben illustrieren:

Mittelwert der Weinsäurelösung:

11	Teile	krist.	Säure	auf	100	Teile	Lösung	25° C	d = 1,05
21	„	„	„	„	100	„	„	25°	d = 1,10
30	„	„	„	„	100	„	„	8°	d = 1,15
40	„	„	„	„	100	„	„	0,25°	d = 1,21

Die Untersuchungen DUTROCHETs wurden fortgesetzt und erweitert von GRAHAM,[1]) der ebenfalls mit Schweinsblaseosmometern arbeitete, z. T. auch mit Osmometern, die durch mit koaguliertem Hühnereiweiß getränktem Tuch verschlossen waren. Er fand eine Reihe weiterer Stoffe, die negative Osmosen gaben, wie Goldtrichlorid, Ferrinitrat u. a. m., und als allgemeines Resultat, daß saure Stoffe in der Regel negative, alkalische positive Osmosen erzeugen.

1) GRAHAM, TH. On osmotic force. Philos. Transact. 1854, Bd. 144.

AUBERT[1]) berichtet über abnorme Thermoosmosen. Da der osmotische Druck proportional der absoluten Temperatur wächst, so muß zwischen zwei gleichkonzentrierten, aber ungleich temperierten Lösungen zu beiden Seiten einer semipermeablen Membran eine Osmose von der kälteren zur wärmeren Lösung stattfinden, eine als SORETsches Phänomen bekannte Erscheinung. AUBERT zeigte nun bei Verwendung verschiedener permeabler Membranen, daß man unterscheiden könne zwischen aktiven und inaktiven. Inaktive Membranen zeigen überhaupt keine Flüssigkeitsbewegung trotz Temperatursprungs, aktive je nach der Natur des Diaphragmas — und wohl auch der Natur der Flüssigkeit zu seinen beiden Seiten — entweder normale, also im Sinne des Soretphänomens gerichtete Osmose, oder eine negative, also von der wärmeren zur kälteren Flüssigkeit gerichtete Bewegung. So ist z. B. Schweinsblase eine aktive Membran, sie wird jedoch durch sehr lange Dialyse zur inaktiven.

BARTELL[2]) hat an Porzellandiaphragmen negative Osmosen nachgewiesen. Wenn er durch eine Membran aus unglasiertem Porzellan von 0,2 μ mittleren Porendurchmesser reines Wasser von Salzlösungen trennte, so erhielt er negative Osmosen bei Salzen, deren Anion eine größere Wanderungsgeschwindigkeit als das Kation besitzt, also z. B. bei den Chloriden und Nitraten der einwertigen Metalle.

Aber sogar an der Membran, die der Typ der normal osmotisch wirksamen semipermeablen Niederschlagsmembran ist, der Ferrocyankupfermembran, hat BERNSTEIN[3]) negative Osmosen beobachtet. Er füllte vorschriftsmäßig hergestellte PFEFFERsche Zellen mit K_4FeCy_6-lösungen und stellte sie in $Cu(NO_3)_2$-lösungen von etwas höherem osmotischen Druck. Trotzdem stieg die Flüssigkeit im Steigrohr beträchtlich; es fand also eine dem Sinn der normalen Osmose entgegengesetzte Flüssigkeitsbewegung statt.

Ich selbst habe den größten Teil der DUTROCHETschen und GRAHAMschen Versuche wiederholt und die Angaben dieser Forscher bestätigt gefunden. Meine Versuche zeigten mir, daß an Schweinsblasemembranen anscheinend alle freien Säuren negative Osmosen geben, jedoch nicht alle sauer reagierenden Salze. So gibt z. B. zwar Ferrinitrat und Goldtrichlorid negative Osmosen,

1) AUBERT, Thermoosmose. Ann. de chim. et de phys. Bd. 26. 1912.
2) BARTELL, Negative Osmose. Journ. Americ. Chem. Soc. 1914. Bd. 36.
3) BERNSTEIN, J. Elektrobiologie 1912. Diese Versuche bedürfen einer Nachprüfung.

aber mit Cuprinitrat und Thoriumnitrat (MERCK), erhielt ich positive Osmosen. Interessant ist das Verhalten zweier Säuren zu beiden Seiten der Membran. So fand ich zwischen Pikrinsäure und Oxalsäure in isotonischen, geringen Konzentrationen zu beiden Seiten einer Schweinsblasemembran keine merkliche Osmose, verdünnte ich aber die eine Säure z. B. auf $^1/_2$, so trat nun deutliche Osmose zur verdünnteren Lösung auf.

III.

Wie erklären sich nun diese Erscheinungen? Vor allem für nichtquellbare Membranen hat man an elektroosmotische Vorgänge gedacht. Die Erscheinung der Elektroosmose ist folgende: Schickt man durch eine mittelst eines Diaphragmas in 2 Teile getrennte Flüssigkeit einen elektrischen Strom, so wandert Wasser nach dem negativen, bei der Elektrolyse alkalisch werdenden Pol, und das Flüssigkeitsniveau steigt auf dieser Seite so lange, bis der hydrostatische Druck der gehobenen Flüssigkeitsmenge dem Bestreben des elektrischen Stroms, Flüssigkeit zu überführen, das Gleichgewicht hält. An der Grenze zwischen Membransubstanz (einschließlich ihr fest anhaftenden Flüssigkeitsschicht), und der Flüssigkeit in den Membranporen besteht nämlich eine elektrische Doppelschicht, d. h. die Membranflüssigkeit ist elektrisch gegen die Membran geladen und zwar Wasser in der Regel positiv, die Membran negativ. Genau so wie nun bei der Ionenwanderung die elektrisch geladenen Ionen beim Durchströmen einer Lösung mit dem elektrischen Strom zum entgegengesetzt geladenen Pole wandern, so wandert auch das positiv geladene Membranwasser bei der Elektroosmose zum negativen Pol.

Die Tatsache, daß saure Lösungen im allgemeinen negative Osmosen geben, alkalische positive, gab bereits GRAHAM die Vermutung ein, daß es sich bei den von ihm beobachteten Erscheinungen um Elektroosmose handeln könnte. „The remark will suggest itself, that in osmose water always appear to pass to the alcaline side of the membrane as water also follows hydrogen and the alcali in electrical endosmose. Auch AUBERT hat seine abnormen Thermoosmosen als Elektroosmosen aufgefaßt, ebenso BERNSTEIN seine negativen Osmosen an Ferrocyankupfermembranen. BARTELL erläutert seine negativen Osmosen an Porzellanmembranen in diesem Sinne folgendermaßen: Bei der Diffusion der von ihm verwendeten Salze durch das Diaphragma nach dem reinen Lösungsmittel wandert das negative Ion voraus, so daß die an das reine Wasser grenzende Fläche der Membran negativ geladen ist gegen

die an die Salzlösung grenzende Membranfläche. Das, wie oben erwähnt, gegen die Membransubstanz im allgemeinen positiv geladene Wasser wandere daher auch ohne Anlegen eines äußeren Potentialgefälles nach der Seite des reinen Wassers, wie es als negative Osmose zu beobachten sei. Auch GIRARD[1]) nimmt an, daß die Richtung der Osmose bedingt ist durch die gegenseitige Richtung von Diffusionspotential und dem Potential der elektrischen Doppelschicht zwischen Poreninhalt und Porenwand. Die Untersuchungen von HAMBURGER[2]) haben aber GIRARDs Anschauungen insofern berichtigt, als Richtung und Ausmaß der Osmose sich als nicht vom Diffusionspotential abhängig zeigte, jedoch insofern bestätigt, als auch sie die starke Abhängigkeit von Richtung und Ausmaß der Osmose von kapillarelektrischen Kräften feststellen zu können glaubt. Schließlich sei noch erwähnt, daß von FREUNDLICH[3]) darauf hingewiesen wurde, daß zur Elektroosmose nicht nur das Auftreten von Potentialdifferenzen, also eine elektrostatische Erscheinung genügt, sondern das Fließen eines Stromes erforderlich ist, also eine elektrodynamische Erscheinung, daß man also, wenn man die negativen Osmosen als Elektroosmosen auffassen will, man das Auftreten von Membranströmen annehmen muß. Man kann nun tatsächlich in gewissen Fällen durch die Produkte der Elektrolyse nachweisen, daß ohne äußere Zufuhr elektrischer Energie ein solcher von ihm als „Lokalstrom" bezeichneter Strom eine Membran durchfließt. Dieser als Becquerelphänomen bezeichnete Vorgang verläuft folgendermaßen: Füllt man ein dickwandiges, am Boden mit Sprüngen versehenes Reagenzglas mit $Cu(NO_3)_2$-lösung und stellt es in Na_2S-lösung, so erhält man nach kurzer Zeit am Boden des Reagenzglases außen Gelbfärbung infolge Oxydation von Na_2S zu Polysulfid, innen Abscheidung von metallischem Kupfer, eine Erscheinung, die einwandfrei nur durch die Annahme eines Membranstroms erklärt werden kann[4]).

Den elektroosmotischen Erklärungsversuchen, die vor allem für nicht quellbare Membranen von Bedeutung sein dürften, gesellen

1) GIRARD, P. Mécanisme électrostatique de l'osmose. Compt. Rend. 1910. Bd. 151.

2) HAMBURGER, T. Diffusion u. Osmose unter der Wirkung kapillarelektr. Kräfte. Z. f. physik. Ch. 1918.

3) FREUNDLICH, H. Über abnorme Osmosen. Kolloidzeitschr. Bd. 18, 1916.

4) cf. BRAUN. Über elektrokapillare Reaktionen. Ann. d Phys. Bd. 44. 1891, und OSTWALD, Wi. Die elektr. Eigenschaften semipermeabler Membranen. Z. f. phys. Ch. Bd. 6. 1890. Die Annahme von Ionenpermeabilität ist zur Erklärung dieser Erscheinung nicht erforderlich.

sich zu die Quellungstheorien der Osmose. Speziell für quellbare Membranen haben bereits BRÜCKE und TAMMANN[1]) sich dahingehend geäußert, daß die Flüssigkeitsbewegung stets von der Flüssigkeit gerichtet ist, in der die Membran stärker quillt, zu der Flüssigkeit, in der sie schwächer quillt. Auf eine breite experimentelle Grundlage wurde die Theorie aber erst durch die ausgezeichneten, leider noch viel zu wenig gewürdigten Untersuchungen FLUSINs[2]) gestellt. Es gelang FLUSIN durch gleichzeitige Messung von Quellung und Osmose an den verschiedensten Membranen und und mit den verschiedensten organischen Flüssigkeiten und Elektrolytlösungen zu zeigen, daß ein quantitativer Zusammenhang besteht zwischen Quellungs g e s c h w i n d i g k e i t und Osmose, derart, daß die Richtung der Osmose zwischen zwei durch eine quellbare Membran getrennten Flüssigkeiten von der Flüssigkeit gerichtet ist, deren Quellungsgeschwindigkeit größer ist, zu der Flüssigkeit, deren Quellungsgeschwindigkeit kleiner ist. Ist letztere bei Osmosen von wässrigen Lösungen gegen Wasser das Wasser, so findet also negative Osmose statt. So lassen also Säuren in den Konzentrationen, in denen sie negative Osmosen geben, die Membranen stärker quellen als Wasser, in den Konzentrationen aber, in denen sie positive geben, lassen sie die Membran weniger stark quellen als Wasser. Im Einklang mit den Ergebnissen FLUSINs stehen die von HAMBURGER, die an Schweinsblasemembranen einen Parallelismus fand zwischen Stärke der Osmose verschiedener Salze und der lyophilen Quellungsreihe, d. h. der Reihe, in der diese Salze die Quellung von Eiweißkörpern beeinflussen. Inwieweit kapillarelektrische Vorgänge auch bei diesen Osmosen eine Rolle spielen, läßt sich z. Z. noch nicht beurteilen, doch ist ein Einfluß zweifellos vorhanden.

IV.

Ich will nun die Bedeutung der oben dargelegten Erscheinungen für einige pflanzenphysiologische Vorgänge kurz erörtern.

Im Becquerelphänomen hatte ich eine Erscheinung geschildert, die die Umwandlung chemischer Energie in die elektrische Energie eines Membranstromes zeigt. Ein solcher Membranstrom kann und muß nach den obigen Erörterungen elektroosmotisch Wasser bewegen, sofern die stromdurchflossene Membran wasserdurchlässig

1) TAMMANN. Über den Teilungscoefficienten. Zschft. f. physik. Chemie. Bd. 22. 1897.

2) FLUSIN, Recherches sur le rôle de l'imbibition. Ann. de chem. et de phys. Bd. 13. 1908.

ist. Wir können nun annehmen, daß auch an pflanzlichen Plasmamembranen entsprechende Membranströme auftreten, die man sich z. B durch Oxydation bzw. Reduktion von Stoffen zu beiden Seiten der Membran ganz analog dem Becquerelphänomen dauernd unterhalten vorstellen kann. (Auch durch Diffusionspotentiale — hervorgerufen durch verschiedene Wanderungsgeschwindigkeit der diffundierenden Jonen — könnte ein dauernder Membranstrom geschaffen werden, sofern durch dauernde Umsetzungen zu beiden Seiten der Membran das Konzentrationsgefälle des diffundierenden Elektrolyten aufrecht erhalten wird). Indem nun diese Membranströme elektroosmotisch Wasser befördern, wird ein Teil der elektrischen Energie in die mechanische Energie der Wasserbewegung verwandelt. Damit ist ein Mechanismus gegeben, der unter Arbeitsleistung stattfindende Wasserausscheidung erklären kann. Ich [1]) habe durch Durchsenden elektrischer Ströme durch pflanzliche Diaphragmen, z. B. Weidenzweigstückchen, solche elektroosmotische Wasserbewegungen gegen den hydrostatischen Druck erzielt. Aus den erhaltenen Werten habe ich angenähert die Wassermengen zu berechnen versucht, die durch elektrische Ströme von der Größenordnung, wie man sie an pflanzlichen Protoplasmamenbranen erwarten darf, gefördert werden könnten. Es zeigte sich, daß sie der Größenordnung nach im Stande sind, auch die größten beobachteten Blutungsmengen zu erklären. Über das Verhältnis der dabei entwickelten Drucke zu den Blutungsdrucken läßt sich z. Z. noch nichts aussagen. Daß der Mechanismus eines bestimmten pflanzlichen Sekretionsprozesses indessen elektroosmotischer Natur sei zu beweisen, gelang mir ebensowenig wie ein entsprechender Nachweis für die von PFEFFER aufgestellten osmotischen Blutungsschemata trotz mannigfacher darauf gerichteter Bemühungen [2]) bis jetzt gelungen ist. (Von der Nektariensaugung sei hier abgesehen.) Nach meiner Ansicht werden in der Natur alle möglichen Sekretionsmechanismen verwirklicht sein.

Was die negativen Osmosen, speziell die der Säuren, betrifft, so hat bereits DUTROCHET [3]) einige Versuche mit Schoten von

1) Die Beschreibung und Diskussion dieser Versuche und Rechnungen würde hier zu viel Raum beanspruchen. Es sei deshalb auf die ausführliche Darstellung in einem demnächst in der Zeitschr. f. Botanik erscheinenden Aufsatz „Über elektroosmotische Erscheinungen etc." verwiesen.

2) cf. LEPESCHKIN, Zur Kenntnis des Mechanismus der aktiven Wasserausscheidung. Beih. z. Bot. Cbl. 1906. Bd. 19. Abt. 1.

RUHLAND, W., Untersuchungen über die Hautdrüsen der Plumbaginaceen. Jahrb. f. w. Bot. 58 1915.

3) DUTROCHET l. c. p. 369.

Colutea arborescens und Zwiebelschuppen von *Allium porrum* als Osmometermembranen angestellt. Sie ergaben positive Osmosen bei allen Säurekonzentrationen, auch bei denen, bei denen Schweinsblasemembranen negative Osmosen zeigten. Indessen wies bereits NÄGELI[1]) darauf hin, daß man dies Ergebnis nicht auf alle pflanzlichen Membranen verallgemeinern könne, vor allem nicht auf die Protoplasmamembranen. Der eindeutige Nachweis negativer Osmosen an pflanzlichen Protoplasmamenbranen wäre von höchstem Interesse, vor allem mit Rücksicht auf das häufige Vorkommen sauren Zellsaftes. Von daraufhin gerichteten Versuchen möchte ich vor allem einen Versuch erwähnen, den bereits DE VRIES[2]) in ähnlicher Form und mit gleichem Resultat angestellt hat. Plasmolysiert man violette Oberhautzellen von *Rhoeo discolor* mit 5% K_2SO_4-Lösung und setzt dann etwas festes KOH oder K_2CO_3 unter dem Deckglas hinzu, so sieht man in dem Präparat nach kurzer Zeit ein sehr eigenartiges Bild. Alle Zellen sind plasmolysiert und der Zellinhalt liegt als Kugel frei im Zellinnern. Ein Teil der Zellen hat noch die natürliche violette Farbe, ein Teil ist bereits durch Eindringen der Lauge blau gefärbt. Die blauen Kugeln sind nun durchwegs bedeutend kleiner als die violetten. Fügt man aber der plasmolysierenden K_2SO_4-Lösung statt fester KOH ein Körnchen fester Säure, z. B. Oxalsäure oder Weinsäure hinzu, so bemerkt man nach *einiger Zeit, wie in den meisten Zellen, die durch* Rotfärbung des Zellsaftes das Eindringen von Säure anzeigen, die Plasmolyse zurückgeht und schließlich der Protoplast wieder der Zellwand völlig anliegt. Dieser Vorgang erfordert oft nur wenige Minuten. Bringt man solch einen Schnitt in eine konzentrierte Zuckerlösung, so sieht man, wie die ausgedehnten Säurezellen wieder plasmolysiert werden. Ihre Vakuolenhaut ist also nicht durch die Säure zerstört. In anderen Fällen platzen die Vakuolen beim Schwellen und ihre Membran kontrahiert sich darauf. Die gleichzeitige Beobachtung von im Präparat stets anwesenden violetten Zellen, in die also die Säure noch nicht eingedrungen ist, zeigt, daß diese im Verhältnis zu den roten Zellen während der Beobachtungszeit nicht merklich an Volumen gewinnen, daß es sich beim Rückgang der Plasmolyse nicht einfach um den normalen Rückgang der Plasmolyse handelt. Zur Erklärung dieser Erscheinung bieten sich verschiedene Möglichkeiten. Man könnte

---

1) NÄGELI u. CRAMER, Pflanzenphysiol. Untersuchungen 1885. p. 28.

2) DE VRIES, H. Plasmolyt. Studien über die Wand des Vacuolen Jahrb. f. w. Bot. Bd. 16. 1885.

annehmen, daß die Protoplasmamembranen durch Säure erhöht durchlässig werden und infolgedessen K_2SO_4 rasch eindringen lassen, die osmotisch wirksamen Stoffe der Vakuole aber nicht ebenso rasch heraustreten lassen. Dagegen spricht aber die Zunahme der Plasmolyse bei Alkalizusatz gerade in den Zellen, in die Alkali eingedrungen ist. Hier nimmt ja gerade in den permeableren Zellen die Plasmolyse zu, obwohl in beiden Fällen mit K_2SO_4 plasmolysiert ist. Dennoch liegen, zumal wenn man die eventuellen chemischen Wirkungen von Säure und Base auf Protoplasma und Zellsaft in Erwägung zieht, die Verhältnisse zu kompliziert, um aus dem geschilderten Rückgang der Plasmolyse mit Sicherheit die Mitwirkung negativer Osmose erschließen zu können[1]). Das gilt auch von den ebenfalls leicht zu reproduzierenden Versuchsergebnissen von KLEMM[2]), der bei Übertragen von dünnwandigen Haaren in verdünnte Lösungen aller möglichen anorganischen und organischen Säuren Platzen der dünnwandigsten Zellen erhielt. Dabei muß man aber berücksichtigen, daß KLEMM diese Erscheinung nur bei Säureeinwirkung und nicht bei Anwendung von allen möglichen anderen chemischen Agentien erhielt, und daß andererseits, soweit bekannt, nur Säuren an Schweinsblase- oder anderen Eiweißmembranen beträchtliche negative Osmosen geben.

Ähnliche Beobachtungen machte LOPRIORE[3]). Er fand durch Umströmen von im hängenden Tropfen kultivierten Pollenschläuchen mit CO_2 Anschwellen derselben unter Vergrößerung der Vacuolen, oft bereits nach wenigen Sekunden. Bestimmung des osmotischen Drucks ergab durchweg eine Verringerung gegen den Normalzustand.

Wenn zur Zeit auch noch kein eindeutiger Beweis für das Vorkommen negativer Osmosen an pflanzlichen Protoplasten erbracht ist, so glaube ich doch, daß man in Erwägung der Gesamtheit der angeführten physi-

1) Der dem eingangs geschilderten DUTROCHETschen Osmometerversuch entsprechende Versuch: „Plasmolyse mit Zucker und eventueller Rückgang nach Zusatz fester Säure“ verlief bis jetzt resultatlos wegen der Bildung fester Oberflächenhäutchen, cf. KÜSTER Z. f. B. ot. Bd. IL p. 696. Bisweilen beobachtete ich entsprechend Angaben von DE VRIES l. c. und KÜSTER l. c. Platzen und Austreten von Blasen aus den Vakuolen.

2) KLEMM, P. Desorganisationserscheinungen der Zelle. Jahrb. f. w. Bot. Bd. 28. 1895.

3) LOPRIORE, G., Über die Einwirkung der Kohlensäure auf das Protoplasma. Jahrb. f. w. Bot. Bd. 28. 1895.

kalischen und physiologischen Beobachtungen ihr Vorkommen auch an Protoplasmamembranen für recht wahrscheinlich erachten muß.

Kaiser Wilhelm Institut für physikalische Chemie, Berlin-Lichterfelde. 1. X. 1919.

---

44. R. Kolkwitz: Über die Standorte der Salzpflanzen. III. Triglochin maritima.

(Eingegangen am 8. Oktober 1919.)

Über *Triglochin maritima* habe ich in diesen Berichten im Jahre 1917 schon einmal Mitteilung gemacht und den Nachweis geführt, daß die Pflanze statt auf kochsalzhaltigem auch auf solchem Boden gedeihen kann, der mit hartem, im besprochenen Falle sulfathartem, Wasser durchtränkt ist.

In der vorliegenden Arbeit soll *Tr. maritima* als besonders geeignetes Beispiel dienen für Ermittelungen über die Zeitdauer, welche zur Bildung großer Bestände von Salzpflanzen nötig ist, also als Beispiel für die Entwickelungsgeschichte von Pflanzenvereinen.

Die Familie der Juncaginaceae, zu der die Gattung *Triglochin* gehört, umfaßt in Europa nur ausdauernde Vertreter und zwar meist Bewohner nasser oder feuchter Standorte. An diesen findet sich *Tr. maritima* an bestimmte Sonderbedingungen gebunden, besonders an salziges oder hartes Wasser. Die bloße Sumpfnatur genügt in der freien Natur, soweit meine Erfahrungen reichen, für seine Entwicklung nicht.

* * *

Werden normale Süßgraswiesen mit salzhaltigem Wasser überrieselt, überschwemmt oder von höher gelegenen Wasserläufen mit derartigem Grund- oder Sickerwasser durchtränkt, so werden dadurch günstige Bedingungen für die Entwicklung von *Tr. maritima* vorbereitet.

Zunächst entsteht ein Minimum der Wachstumsmöglichkeit bei beginnender schwacher Versalzung oder Verhärtung des Bodenwassers und infolge der noch wirksamen Konkurrenz durch die

normalen Wiesenpflanzen, besonders *die Gräser,* welche zu Anfang noch eine geschlossene Narbe bilden. Werden Samen vom Meerstrandsdreizack mit dem Überschwemmungswasser, in welchem die Teilfrüchtchen schwimmen, oder durch Sumpf- bzw. Wasservögel aus mehr oder weniger nah benachbarten Verbreitungsgebieten zugeführt, so werden für diese vielfach wohl günstige Keimungsbedingungen, aber sonst nur schwache Besiedelungs- und Entwicklungsmöglichkeiten gegeben sein. Die Keimung und das erste Wachstum der Samen von *Tr. maritima* erfolgt, wie ich feststellen konnte, auch ohne Gegenwart von Kochsalz leicht zwischen Fließpapier, das mit gewöhnlichem Leitungswasser angefeuchtet ist. Bedingung ist nur, daß die etwas korkige Hülle der Teilfrüchtchen *gut durchnäßt wird. Die aus solchen Samen von mir in Blumen*töpfen gezogenen Keimpflanzen blieben, bei absichtlich nicht ausgesucht guter Pflege, mehrere Jahre hindurch gesund, aber klein, in ihren grünen Teilen meist nur etwa 5 cm, vereinzelt auch ca. 10 cm hoch, ein Beweis dafür, daß die Pflanze in ihren ersten Stadien lange unscheinbar bleiben kann. Man wird annehmen können, daß *Tr. maritima* auch in der freien Natur in einem solchen Kümmerstadium zwischen der Grasnarbe und den übrigen Wiesenpflanzen zu vegetieren imstande sein wird. Würde unter diesen gelegentlich auch nur ein einziges zum Fruchten gelangen, so würde das eine weitere wesentliche Bereicherung des Bodens mit Dreizacksamen bedeuten, ganz abgesehen von den *schon vorher genannten, in mehr oder weniger regelmäßigen Zeit*abständen wirksamen Zufuhrquellen.

Bei gesteigerter Zunahme der Salzmengen, die besonders ergiebig durch Grund- oder Sickerwasser (bei gleichzeitiger Verdunstung) erfolgen kann, wird mehr oder weniger schnell ein Optimum *für die Entwickelung von Triglochin maritima* erreicht werden, das sehr wahrscheinlich schon bei weniger als 0,3—0,4 pCt. Kochsalz im naturfeuchten Boden[1]) gegeben ist, vorausgesetzt natürlich, daß die Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens günstige sind.

Von diesem Zeitpunkt an können sich die verborgenen *Triglochin*-Pflanzen gleichsam explosionsartig entwickeln. Ein Wiesenbestand, der im Vorjahre für den bloßen Beschauer noch so gut wie normal erschien, kann nun mit blühenden und später fruchtenden Halmen von *Triglochin maritima* zu Tausenden durch-

1) THUMM, KOLKWITZ u. SCHIEMENZ, Bericht über Untersuchungen im Bereich des Flutkanals der Unstrut. — Mitt. a. d. Landesanstalt f. Wasserhygiene. Berlin, 1917, Heft 22, S. 95.

setzt sein, wobei gleichzeitig die Buntblumigkeit des Wiesenteppichs stark zurückzugehen pflegt. Diese oder ähnliche Stadien dürften von den Floren gemeint sein, wenn in diesen von Massenvegetationen zwischen hohem Grase oder von wiesenartigen, dunkelgrünen Beständen die Rede ist. Solche schnelle Umwandlung mehr oder weniger normaler Wiesen in ausgesprochene Salzpflanzenformationen im Zusammenhang mit zunehmender Versalzung (hauptsächlich infolge von Kultureingriffen) beobachtete ich in fünf Fällen im Flußgebiet der Saale und in einem Fall am Nottekanal südlich von Berlin. War das geschilderte Stadium des Optimums erst erreicht, so trat in allen beobachteten Fällen, soweit die bisherigen Wahrnehmungen reichen, kein nennenswertes Zurückweichen des *Triglochin* wieder ein, ein Beweis dafür, daß nicht rein klimatische Verhältnisse, deren Einfluß auf die Zusammensetzung der Pflanzendecke bekannt ist, diesen auffälligen Bestandswechsel bedingt haben konnten.

Wir können aus solchen Fällen also den Schluß ableiten, daß auch bei mäßiger und ganz allmählich steigender Versalzung gewisse Halophytenvegetationen schnell, oft geradezu sprunghaft hervorzutreten vermögen.

Auffallend rascher Wechsel in der Zusammensetzung eines Pflanzenbestandes von einem Jahr zum andern kommt unter bestimmten Verhältnissen auch auf nicht versalzenen Wiesen vor, bedingt durch die verschiedene Höhe des Wasserstandes. In diesem Falle treten aber nur Sumpfpflanzen stärker hervor bzw. zurück, ohne daß Salzpflanzen in Betracht kommen.

Als Beispiel sei eine Wiese im Okertal nördlich vom Harz näher beschrieben. Unter normalen Verhältnissen hatte ihre Vegetation etwa folgende Zusammensetzung:

Equisetum palustre, wenig	*Trifolium repens*,
Aira caespitosa,	*Plantago lanceolata*,
Festuca pratensis,	*Pimpinella magna*,
Lolium perenne,	*Carum carvi*,
Rumex acetosa,	*Glechoma hederacea*,
Ranunculus repens,	*Crepis virens* u. *biennis*,
Trifolium pratense,	*Achillea millefolium*.

Treten aber starke und lange andauernde Überschwemmungen ein, besonders im Frühling, so ändert sich das Vegetationsbild sehr stark. *Equisetum*, *Aira* und *Ranunculus*, besonders das Erstgenannte, kommen zu tonangebender Entwicklung, während die meisten

anderen, z. B. *Trifolium*, *Pimpinella* und *Carum* in ihren oberirdischen Organen ganz verschwinden. Die Wiese hatte sich also innerhalb kurzer Zeit in einen Sumpf mit entsprechender Vegetation verwandelt, wenn auch nur vorübergehend.

Hat es *Triglochin maritima* erst zu der oben geschilderten Massenvegetation gebracht, so gehen die höheren Wiesengräser mehr und mehr zurück, ohne daß aber eine geschlossene Narbe aufzuhören braucht, wenigstens nicht eine solche von *Agrostis alba*. Die erstarkenden Horste von *Triglochin maritima* pflegen sich mehr oder weniger kreisförmig auszubreiten und förmliche „Hexenringe" von etwa $^1/_2$—1 m Durchmesser zu bilden.

Nimmt die Versalzung infolge weiterer Überschwemmungen und ähnlicher Ursachen noch mehr zu, so entstehen zwischen den Horsten auch kahle Bodenstellen (sogenannte Salzglatzen), die bereits die Vorboten für einen weiteren Bestandswechsel infolge Überschreitens des Maximums an Salzgehalt für *Triglochin* sein können. Dieses Maximum braucht natürlich nicht in allen Fällen einzutreten, so daß das Stadium des Optimums lange anhalten kann, zumal vermutet werden kann, daß die Versalzung auf das mehrfache des vorher genannten Betrages ansteigen kann, ehe *Triglochin* durch strengere Halophyten abgelöst wird. Mit dem Dreizack treten naturgemäß allmählich auch solche Begleit-Halophilen auf, welche mit ihm ähnliche Ansprüche an das Substrat stellen, z. B. *Glaux maritima* und *Aster tripolium*.

* *
*

Es gibt Gebiete in Deutschland, welche seit langem gleichsam als der binnenländische Hauptherd von *Triglochin maritima* bezeichnet werden können. Dahin gehören viele Stellen im Flußgebiet der mittleren Saale. In diesem kommt es natürlich schnell zu Neubesiedelungen, wenn der Boden dazu in allen Punkten vorbereitet ist.

Anders liegen die Verhältnisse aber in Gegenden, wo solche ursprünglichen Massenentwickelungen des Dreizacks fehlen. Hier kann nicht mit einer so leichten Ausbreitung der Pflanze, wie in obigen Fällen, gerechnet werden. Ein solches Gebiet ist z. B. die Lüneburger Heide, deren zentraler Teil, soweit mir bekannt, nur *Triglochin palustris*, aber nicht *Triglochin maritima* enthält, obwohl natürliche Salzstellen an mehreren Punkten vorhanden sind und obwohl an der Peripherie dieses Gebietes fast ringsum *Triglochin maritima* vorkommt. Zu dieser Behinderung der Besiedelungsmöglichkeit infolge der größeren Entfernung von Stellen mit Saatmaterial kommt vielleicht noch der Umstand, daß die Natur des

Bodens in diesem Geestgebiet nicht so wie Marschland die Entwickelung von *Triglochin maritima* begünstigt. Erst weitere Untersuchungen werden zeigen, ob mit der Länge der Jahre die Pflanze schließlich in das genannte Gebiet, dessen Salzreichtum stellenweise zunimmt, tiefer eindringen kann.

---

45. Ernst Lehmann: Weitere Epilobium-Kreuzungen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 6 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 18. Oktober 1919.)

Im vergangenen Jahre[1]) konnte ich über reziprok verschiedene Bastarde zwischen *Epilobium roseum* und *parviflorum* berichten. Unterdessen habe ich eine Reihe weiterer *Epilobium*-Kreuzungen angestellt, welche wiederum zu reziprok verschiedenen Bastarden geführt haben und auch sonst mancherlei Ergebnisse erbracht haben, über welche ich an dieser Stelle zunächst kurz berichten möchte.

1. *E. parviflorum* wurde weiterhin mit *E. montanum* und *E. palustre* gekreuzt. In beiden Fällen führten die reziproken Kreuzungen zu erheblich voneinander abweichenden Bastarden. Besonders stark unterschieden sich voneinander die reziproken Bastarde zwischen *E. montanum* und *parviflorum*. Eine kurze Beschreibung derselben wird die bedeutsamen Unterschiede erweisen.

	montanum × *parviflorum* (suave).	*parviflorum* × *montanum* (triste).
Stengel:	aufrecht von unten aus stark ästig, stielrund, ohne erhabene Leisten, Gipfel übergeneigt.	aufrecht, von unten aus stark ästig, stielrund, ohne erhabene Leisten, Gipfel aufrecht.
Behaarung:	sich *parviflorum* nähernd; die langen, abstehenden, drüsenlosen Haare von *parviflorum* sind aber mehr umgebogen und verraten dadurch den Einfluß von *montanum*.	oft nahezu *montanum*-artig, also mit zahlreichen, angekrümmten, drüsenlosen Haaren. Die Krümmung ist indessen nie so scharf, die Haare liegen nie so fest an wie dort und stets treten auch reichlicher abstehende Haare auf, den Einfluß von *montanum* erkennen lassend.

1) Zeitschrift für Botanik. 1918, 10, S. 698.

	montanum × *parviflorum* (suave).	*parviflorum* × *montanum* (triste).
Blattform:	untere, nahe über dem Wurzelhals stehende Blätter bei aus Samen erwachsenen, blühenden Pflanzen eirund, gegen die Spitze ziemlich stumpf, nach oben zu immer länglicher, immer aber gegen den Grund nach und nach abgerundet und nie so plötzlich stumpf zusammengezogen wie bei *parviflorum*; auch nie so zur Herzförmigkeit neigend wie bei *montanum*.	untere Blätter breit oval, eiförmig, darin durchaus den Einfluß von *montanum* erkennen lassend, teilweise sogar noch mit Neigung zur Herzförmigkeit. Nach oben zu werden die Blätter, wie ja auch bei *montanum*, länglicher. Die Blätter stehen *montanum* näher als *parviflorum*.
Blütenknospen:	stumpflich, eirund, oft kaum bespitzt.	wie suave, nur viel kleiner
Blüten:	groß, Blütenblätter 10 bis 12 mm, rosa, etwas blasser als bei triste; im ganzen sehr auffallend. Die ganze Pflanze gewährt einen freundlichen Eindruck (suave).	klein, Größe der Blütenblätter sehr schwankend, anfangs sehr klein, oft auch fehlend, später 5—7 mm, etwas dunkler als bei suave. Die ganze Pflanze macht besonders anfangs, während die Blumenkrone sehr klein ist, einen unscheinbaren, traurigen Eindruck (triste).
Kelchblätter:	eilanzettlich, zugespitzt, zweifellos spitzer als bei *parviflorum*, sicher nicht so spitz als bei triste.	eilanzettlich, länglich spitz, ähnlich wie *montanum*.
Staubblätter:	Antheren der Form nach kaum reduziert, stets mit zu einem Teil unverbildeten Pollenkörnern (suave).	stets stark obliteriert, ganz oder fast ganz ohne Pollen (triste).
Narbe:	freie Schenkel, wie beide Eltern.	freie Schenkel, wie beide Eltern.
Samenzahl: [1]	ca. 50% wohlausgebildete Samen.	ohne oder fast ohne wohlausgebildete Samen.

1) In meinem Bericht über *E. curvatum* und *rigidum* (Zeitschr. für Botanik, 1918, 10, S. 608) ist die Samenzahl zu vertauschen; *rigidum* ist steril, *curvatum* hat 30—40% Samen.

Weniger verschieden zeigten sich die reziproken Bastarde zwischen *E. parviflorum* und *palustre*. Eine Differentialbeschreibung beider Formen soll hier nicht gegeben werden, da sie zu weit führen würde. Beide Formen sind intermediär, ohne ausgesprochene Neigung zu einem oder dem anderen Elter; im ganzen zeigten sich die Bastarde niedriger und schwächer als die Eltern. Die Narbe war im allgemeinen etwas tiefer gelappt, als man es bei einem Bastard zwischen den Sektionen *Synstigma* und *Schizostigma* erwarten sollte. Während aber *palustre*×*parviflorum* von vornherein Blumenblätter aufweist, die fast doppelt so lang werden als der Kelch, sind die Blumenblätter bei *parviflorum*×*palustre*. anfangs sehr klein, kürzer als der Kelch, fehlen hie und da auch ganz. Während weiter im ersten Falle in den Antheren nicht wenig gut ausgebildeter Pollen angetroffen wird und in den Früchten ein nicht geringer Prozentsatz guter Samen, sehen wir im zweiten Falle Pollen und Samen fast oder ganz steril werden.

2. Zwischen *E. parviflorum* und *roseum* wurden neuerdings Kreuzungen angestellt. Die beiden Elternarten waren aber anderer Herkunft als diejenigen, mit welchen die früher beschriebenen Kreuzungen ausgeführt wurden. Die reziproken Kreuzungsprodukte unterschieden sich von den entsprechenden früher als *curvatum* und *rigidum* beschriebenen in einer Reihe von Merkmalen nicht unerheblich, in anderen stimmten sie mit ihnen überein. Es ist kaum zu bezweifeln, daß erblich abweichende Subspezies der Elternarten die abweichende Beschaffenheit der Bastarde bedingten, wie ähnliche Verhältnisse ja auch bei *Oenothera* bekanntgeworden sind (*muricata, biennis* usw.). Auf Einzelheiten wird später einzugehen sein.

3. Höchst auffallend zeigte sich in allen meinen *parviflorum*-Kreuzungen eine Reihe von Merkmalen in Verbindung damit, ob *parviflorum* als Vater oder Mutter verwendet wurde, ganz gleichgültig aber, mit welcher anderen meiner drei Versuchsarten *parviflorum* zur Kreuzung kam.

a) Wenn *parviflorum* als Mutter diente, gleichgültig, ob *roseum, montanum* oder *palustre* Vater war, zeigte sich der Bastard stets ausgesprochen steril. Die Antheren bildeten keine Pollen und verkümmerten oft völlig. Samen wurden auch bei Pflanzung zwischen den Eltern und anderen Arten nicht oder kaum erzielt, so daß also in diesen Fällen Pollen und Samenanlagen verkümmert sein müssen. Dienten aber dieselben *parviflorum*-Eltern mit den gleichen Partnern als Vater, so waren die Staubblätter zumeist

besser entwickelt, häufig mit 50 % und mehr gutem Pollen beladen, in den meisten Fällen wurde dann zudem Samen angesetzt, dessen teilweise Fruchtbarkeit, wie wir gleich sehen werden, sich

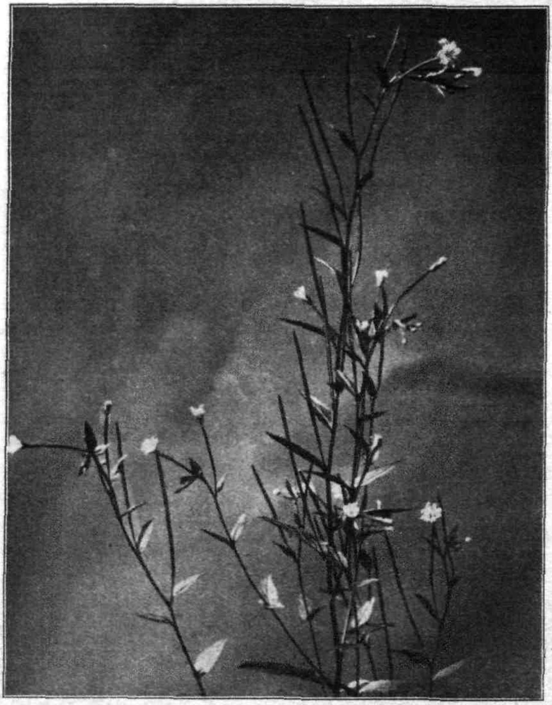


Abb. 1. *E. (montanum* × *parviflorum) suave.*

bisher in der Kreuzung *palustre* > *parviflorum* erweisen ließ. Nur eine *curvatum*-Form zeigte bisher ziemlich weitgehende Sterilität.

b) In allen von mir untersuchten Fällen war sodann bei Verwendung von *parviflorum* als Mutter eine *Reduktion der Petalen:*

Subapetalie bis vollkommene Apetalie, zu beobachten. Die Apetalie ging in den Kreuzungen *parviflorum* × *roseum* am weitesten. Hier blieb die Krone durch die ganze Blütezeit vollkommen oder nahezu

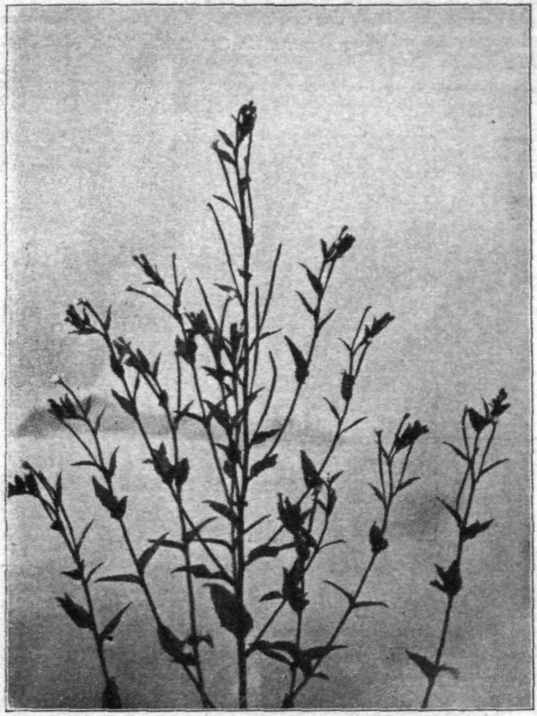


Abb. 2. *E. (parviflorum* × *montanum) triste.*

vollkommen reduziert. Bei *parviflorum* × *montanum* zeigten die Anfangsblüten zunächst sehr weitgehende Reduktion, während die später auftretenden Blüten größere Blumenblätter ausbildeten. Bei *E. parviflorum* × *palustre* waren die Differenzen in der Kronblatt-

ausbildung der beiderseitigen Bastarde noch etwas geringere, die ersten Blüten hatten bei *parviflorum* × *palustre* ebenfalls sehr kurze Kronblätter, je weiter die Vegetationsperiode aber fortschritt, um so länger wurden die Kronblätter in den Blumenkronen, bis endlich kaum noch Differenzen gegenüber den reziproken Bastarden zu verzeichnen waren. — Diente aber *parviflorum* mit den gleichen Partnern als Vater, so zeigten die Bastarde im Gegensatz dazu von vornherein vollkommen ausgebildete Blumenkronen. Die

Abb. 3. *E. roseum.* Mittags 12 Uhr.

reziprok so verschiedene Blumenblattgröße bei diesen Epilobienkreuzungen wird bei Vergleich mit *Oenothera*, wo die Blumenblattgrößen von den sonstigen reziprok verschiedenen Merkmalen ziemlich unabhängig sind, besonders auffallend. (DE VRIES, Gruppenweise Artbildung, 1913.)

c) *parviflorum* hat in der Regel aufrechte, *montanum*, *roseum* und *palustre* haben übergeneigte Sproßgipfel. Bei den drei letzten Arten sind auch die jungen Knospenstiele übergeneigt. Im Bastard sehen wir nun entweder die aufrechte oder die übergeneigte Form hervortreten. Dabei ist bemerkenswert, daß in den Kreuzungen

zwischen *parviflorum* und *roseum* sowohl wie *montanum* der Bastard dann ausgesprochen übergeneigte Form zeigt, wenn *parviflorum* als Vater fungierte; war *parviflorum* Mutter, so zeigten die Bastarde stets aufrechte oder doch nur wenig gekrümmte oder geneigte Sproßgipfel und Knospenstiele. In den Kreuzungen zwischen *parviflorum* und *palustre* scheint das Merkmal im Bastard mehr intermediären Charakter anzunehmen, jedenfalls lassen sich die Verhältnisse hier noch nicht klar übersehen.

Abb. 4. *E. roseum.* Abends 6 Uhr.

Da nun Apetalie und Sproßspitzenhaltung den Habitus in außerordentlicher Weise beeinflussen, so kommt es, daß die Bastarde *curvatum* und *suave* einerseits, die Bastarde *rigidum* und *triste* andererseits einander sehr viel näher zu stehen scheinen und ähnlicher sehen als ihren reziproken Partnern, obgleich sie nach ihrer Herkunft viel weniger miteinander verwandt sind.

Besonders auffällig an den mitgeteilten Kreuzungen ist natürlich, daß von *parviflorum* als Mutter auf alle drei verschiedenen Partner stets die gleichen Merkmale übertragen werden, welche aber an *parviflorum* selbst teilweise nicht zu erkennen sind und, sobald die Kreuzung im umgekehrten Falle ausgeführt wird, über-

haupt nicht hervortreten. Die Versuchsergebnisse legen die Annahme recht nahe, daß wir es auch bei den zur Kreuzung benutzten Epilobien mit heterogamen Arten im Sinne von DE VRIES zu tun haben. Näheres wird sich aus den in Angriff genommenen Kreuzungen ergeben.

4. Das *curvans*-Merkmal. Übergekrümmte Sproßgipfel finden wir sowohl in der Gattung *Epilobium* wie in der Gattung *Oenothera*, und es ist wohl kaum zweifelhaft, daß diese Überkrümmung

Abb. 5. *E. curvatum.* Mittags 12 Uhr.

des Sproßgipfels in beiden Gattungen im Grunde genotypisch gleicher Natur ist. Wir dürfen also wohl ein und dieselbe Erbeinheit bei *Epilobium* und bei *Oenothera* dieser Krümmung des Sproßgipfels zugrunde liegend denken. Bei *Oenothera* ist die Überkrümmung des Sproßgipfels für *Oe. muricata* und zahlreiche Bastarde mit dieser Art bekannt. RENNER verlegt die Erbeinheit für die Überkrümmung in einen Komplex, den er *curvans*-Komplex nennt und der nach seinen bisherigen Angaben auf den Pollen beschränkt war, nach neuerer Mitteilung (Zeitschr. 1919, S. 313) aber auch im Embryosack auftreten soll. Übrigens geht das

curvans-Merkmal mit seinem *curvans*-Komplex nicht immer parallel (vergl. *Oe. (suaveolens × muricata) bienni-gracilis*). In der Gattung *Epilobium* finden wir die Überkrümmung des Gipfels in einer ganzen Reihe von Arten, im einzelnen etwas wechselnd, stark ausgeprägt. Für unsere Untersuchungen kommen bislang die Arten *E. roseum*, *montanum* und *palustre* in Frage, während *parviflorum* aufrechte Sproßgipfel besitzt. Wir könnten also die ersteren als *curvatum*-, die zweiten als *rigidum*-Typus bezeichnen, oder

Abb. 6. *E. curvatum.* Abends 6 Uhr.

wollen wir die haploide Phase betonen, so können wir im ersten Falle von dem *curvans*-, im zweiten von dem *rigens*-Faktor sprechen. Wir haben nun schon kennen gelernt, in wie verschiedener Weise der *curvans*-Faktor im Bastarde hervortritt, je nachdem *parviflorum* als Vater oder Mutter verwendet wurde. Auf welchen genotypischen Ursachen dies beruhen mag, das soll hier noch nicht erörtert werden. Das Merkmal zeigt aber phaenotypisch interessante Eigenheiten, von welchen hier mit kurzen Worten gesprochen werden soll.

Es ist zunächst auffallend, daß in allen den zur Verwendung

gekommenen Eltern mit überneigendem Sproßgipfel die Neigung stets, zu jeder Tageszeit und bei jeder Witterung zu erkennen war. *Zudem waren da nicht nur die Sproßgipfel übergeneigt*, sondern auch die jungen Knospenstiele. In den Bastarden traten dagegen auffallende Verschiedenheiten von diesem elterlichen Verhalten auf. Bei allen meinen *curvatum*-Bastarden fand ich nämlich an warmen Sommertagen die Stengelenden am Mittag aufrecht, am Abend stark, oftmals in nahezu rechtem Winkel übergeneigt. Auf meinem Versuchsfelde mit Hunderten von Pflanzen machten diese Nutationen einen außerordentlich auffallenden und überraschenden Eindruck, zumal sie bei den reinen Arten niemals in dieser Weise hervortraten. Ich illustriere dieses Verhalten durch die beigegebenen Abbildungen von jeweils der gleichen mittags und abends aufgenommenen *roseum*- (3 und 4) und *curvatum*- (5 und 6) Pflanze. *Neben diesen Unterschieden in den Nutationen* fiel dann weiterhin noch auf, daß die Blütenstiele bei den Bastarden niemals so stark, oft gar nicht herabgekrümmt waren, wie das bei den Eltern der Fall war. Eine nähere Untersuchung dieser Verhältnisse auf genotypischer Grundlage ist in Aussicht genommen.

5. Die F_2. Soviel ich die ältere und neuere Literatur übersehe, liegt derzeit noch nirgends eine Angabe vor über erfolgreiche Aufzucht der F_2 einer *Epilobium*-Bastardierung. Nach allen Angaben soll die F_1 vollkommen steril sein, oder aber einzelne keimende Samen sollen baldigst zugrunde gehen. HAUSSKNECHT und RUBNER äußern sich mehrfach bestimmt in diesem Sinne. *Es wird nun für die weitere Untersuchung der Vererbungsverhältnisse in der Gattung Epilobium* sicher von besonderer Bedeutung werden, daß diese Angaben nicht zutreffend sind. Ich habe derzeit allerdings erst die Samen eines Bastardes, nämlich des Bastardes *palustre* × *parviflorum*, näher geprüft. Diese Aussaat ergab mir aber eine ganze Anzahl lebensfähiger Planzen, die es teilweise sogar wiederum zur Bildung von vereinzelten Samen brachten. Ich kann im Rahmen dieser kurzen Mitteilung die Formen, welche ich in der F_2 aus dieser Kreuzung erzogen habe, nicht eingehend beschreiben. Ich möchte nur zweierlei betonen: Neben sehr zahlreichen völlig sterilen Samen des genannten Bastardes fand sich eine größere Reihe von Samen, welche keimten. Die Keimlinge blieben nun aber auf den allerverschiedensten Entwicklungsstadien stehen. Eine ganze Anzahl brachte es nur zu winzigen, bald absterbenden Pflänzchen, andere wurden größer, blieben aber dann doch früher oder später in der

Entwickelung stehen. Dabei unterschieden sich aber diese in der Entwickelung stehen bleibenden Pflänzchen schon nach verschiedenen Richtungen. Nur 16 Pflanzen kamen zu voller Entwickelung. Soviel sich bisher feststellen läßt, gehören sie 6 bis 7 verschiedenen Typen an. Die Unterschiede sind z. T. sehr erheblich; sie beziehen sich auf sehr verschiedene Gestaltung der Blätter, Wuchsverschiedenheiten, Größen und Farbendifferenzen der Blüten, Grade der Sterilität und andere Merkmale.

Vergleichen wir diese Ergebnisse aber mit den für die bei *Oenothera*-Bastarden von den verschiedensten Forschern gemachten Angaben, so tritt der bemerkenswerte Unterschied hervor, daß hier im Gegensatz zu *Oenothera* die F_2 weitgehend aufspaltet. Nicht wie dort konstante, einfache oder Zwillings- bis Vierlingsbastarde treten auf, sondern weitgehend spaltende Bastarde, wie wir sie auch sonst bei Artkreuzungen so häufig beobachten. Die Gene können also hier nicht, wie das RENNER für *Oenothera* postuliert, in großen, starren Komplexen zusammengehalten sein, sondern scheinen sich freier, wie bei den meisten anderen bisher bekannten Bastarden, zu bewegen[1]). Es ist wohl zu hoffen, daß dieses anscheinend so grundverschiedene Verhalten der Gene in der nahverwandten Gattung *Epilobium* auf das noch immer so rätselhafte Verhalten vielfach offenbar der gleichen Gene bei *Oenothera* klärend wirken wird.

Tübingen.

1) Anm.: In seinen letzten Publikationen (Zeitschr. f. Bot. 1919, II, S. 305) und Referat über Lotsy (Zeitschr. f. ind. Abstgs.- u. Vererbgsl. 1919, 21, S. 183) ist RENNER allerdings von seiner Komplexhypothese im ursprünglichen Sinne mehr und mehr abgekommen.

46. Peter Stark: Über traumatotropische und haptotropische Reizleitungsvorgänge bei Gramineenkeimlingen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 18 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 18. September 1919.)

Die interessanten Untersuchungen PAALS (1.) über die phototropischen Reizleitungsprozesse bei *Avena* legten den Gedanken nahe, entsprechende Experimente für den Traumatotropismus und den Haptotropismus anzustellen. Ich konnte ja in früheren Arbeiten (2. 3.) zeigen, daß sowohl bei den Wund- als auch bei den Berührungskrümmungen sehr auffällige Reizleitungen zutage treten, sodaß hier sehr wohl mit einem Übergreifen der Reaktion von der aufgesetzten Koleoptilspitze auf den ungereizten Stumpf gerechnet werden kann. Mich interessierte vor allem die für den Phototropismus noch ungelöste Frage, ob ein Reiz von einem Individuum auf das andere und von Spezies auf Spezies übertragen werden kann.

Über die Methode soll in der Hauptarbeit ausführlicher berichtet werden. Das Verfahren, mit leeren, abgeschnittenen und in Sand gesteckten Koleoptilen zu experimentieren, hat sich nicht bewährt, vielmehr arbeitete ich derart, daß bei festgewurzelten Keimlingen durch einen doppelseitigen Einschnitt die Koleoptilspitze (5—10 mm) abgetragen, das von der Koleoptile umschlossene Primärblatt ca. 1 mm über der Schnittfläche dekapitiert und die Koleoptilspitze eines anderen Keimlings vorsichtig aufgesetzt wurde. Dann erfolgte eine einseitige Reizung der Spitze, worauf das Versuchsmaterial sofort unter die dampfgesättigte Glocke verbracht wurde. Diese Methode hat allerdings den Nachteil, daß bei vielen Keimlingen die Spitze durch das Wachstum des Primärblatts abgehoben wird, weswegen auch nie so hohe Prozentsätze an Krümmungen erzielt werden konnten wie bei PAAL. Die einseitige Reizung bestand darin, daß die Koleoptilspitze mindestens 3 mm über der Schnittfläche mit Höllenstein betupft, mit einem glühenden Glasstab angesengt oder mit einem Korkstäbchen gerieben wurde.

I. Spitze abgeschnitten und auf dasselbe Individuum aufgesetzt.

Ehe die Übertragung des Reizes von einem Individuum auf das andere versucht wurde, war es geboten, mit ein und demselben Individuum zu arbeiten, d. h. die abgetragene Spitze auf den zugehörigen Stumpf aufzusetzen und dann lokal in der Spitzenregion zu reizen. Als Reizmittel diente zunächst ein Höllensteinstift, mit dem die Versuchsobjekte einige Millimeter über der Schnittfläche wiederholt betupft wurden. Die Versuche erstreckten sich auf *Avena*, *Hordeum*, *Secale*, *Zea* und verschiedene *Triticum*-Arten. Alle

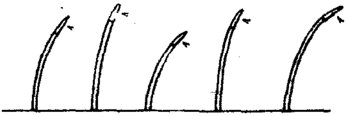


Abb. 1.

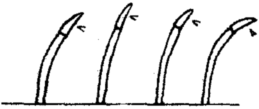


Abb. 2.

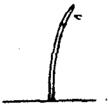


Abb. 3.

Abb. 1. *Avena* auf *Avena*; dasselbe Individuum; lokal gereizt mit Höllenstein.
Abb. 2. *Zea* auf *Zea*; dasselbe Individuum; lokal gebrannt.
Abb. 3. *Avena* auf *Avena*; dasselbe Individuum; lokaler Kontaktreiz.

Serien, zu denen 10—60 Individuen verwendet wurden, führten zu einem positiven Ergebnis, d. h. bei einer Reihe der Versuchsobjekte griff die Reaktion deutlich auf den Stumpf über. Besonders schöne Resultate erhielt ich bei *Avena* (Abb. 1). Entsprechende Parallelserien, bei denen an Stelle des Höllensteinstifts ein glühender Glasstab verwendet wurde, waren ebenfalls fast ausnahmslos von Erfolg gekrönt (Abb. 2). Dagegen gelang eine Übertragung des Kontaktreizes auf den Stumpf bloß bei *Avena sativa* und bei *Triticum sativum* (Abb. 3), doch ist der Prozentsatz der Krümmungen hier sehr gering. Erwähnung verdient noch, daß es für den Eintritt der Reaktion nicht unbedingt erforderlich ist, die Spitze genau in der normalen Orientierung aufzusetzen.

II. Spitze auf ein anderes Individuum derselben Spezies aufgesetzt.

Wenn man die abgeschnittene Koleoptilspitze nicht auf den zugehörigen Stumpf, sondern auf ein anderes dekapitiertes Individuum derselben Spezies überträgt, dann erhält man wiederum nach einseitiger Reizung mit Höllenstein oder Glasstab in fast allen Serien einige totale Krümmungen, die bis auf die Basis des Stumpfs herabreichen. Nur ist der Erfolg — sowohl hinsichtlich des Prozentsatzes als auch der Intensität der Reaktionen — quantitativ geringer (Abb. 4, 5). Die Übertragung des Kontaktreizes ist nur in einigen wenigen Fällen bei *Triticum spelta* geglückt (Abb. 6).

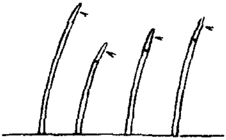


Abb. 4.

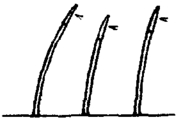


Abb. 5.

Abb. 6.

Abb. 4. *Avena* auf *Avena*: anderes Individuum; lokal gereizt mit Höllenstein.
Abb. 5. *Triticum sativum* auf *T. sativum*: anderes Individuum; lokal gebrannt
Abb. 6. *Triticum spelta* auf *T. spelta*; anderes Individuum; lokaler Kontaktreiz.

Einen Überblick über den Ausfall der Experimente dieses und des vorhergehenden Abschnittes liefert Tab I. Hierin bedeutet:

+ ! starker Erfolg,
+ (!) mäßiger Erfolg,
+ kein Erfolg.

Tab. I.

Versuchsobjekt	auf dasselbe Individuum aufgesetzt			auf anderes Individuum aufgesetzt		
	$AgNO_3$	Glasstab	Kork	$AgNO_3$	Glasstab	Kork
Avena sativa	+ !	+ !	+ !	+ !	+ !	
Hordeum vulgare . . .	+ !	+ !		+ !		
Secale cereale	+ !	+		+ (!)	+ !	
Triticum polonicum .	+ !	+ (!)	+	+ !	+	
„ *sativum* . . .	+ !	+ !	+ (!)	+ (!)	+ !	+
„ *spelta*	+ (!)	+ !	+	+ !	+	+ (!)
„ *dicoccum* . .				+ (!)		
Zea Mays	+ !	+ !	+	+ !	+ !	+

III. Spitze auf eine andere Spezies derselben Gattung aufgesetzt.

Nachdem die Übertragung des Reizes von Individuum auf Individuum geglückt war, lag auch eine solche von Spezies auf Spezies im Bereich der Möglichkeiten. Tatsächlich führten auch die Versuche, die mit *Triticum polonicum*, *Tr. sativum* und *Tr. spelta* angestellt wurden, in der Mehrzahl der Fälle zu einem günstigen Ergebnis (Abb. 7, 8). Dies ist aus Tab. II zu ersehen, in der die ausgeführten Experimente zusammengestellt sind. Die erste vertikale Reihe bezeichnet die Arten, die das Spitzenstück, die oberste

Abb. 7.

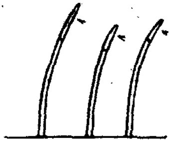


Abb. 8.

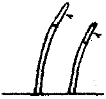


Abb. 9.

Abb. 10.

Abb. 11.

Abb. 7. *Triticum spelta* auf *T. sativum*; lokal gereizt mit Höllenstein.
Abb. 8. *Triticum spelta* auf *T. polonicum*; lokal gebrannt.
Abb. 9. *Avena* auf *Secale*; lokal gereizt mit Höllenstein.
Abb. 10. *Secale* auf *Hordeum*; lokal gereizt mit Höllenstein.
Abb. 11. *Secale* auf *Triticum sativum*; lokal gebrannt.

horizontale diejenigen, die den Koleoptilenstumpf abgaben. Zum Vergleich sind auch die Daten, welche sich auf dieselbe Spezies beziehen, eingetragen.

Tab. II. Versuche mit *Triticum*.

	T. polonicum			*T. sativum*			*T. spelta*		
	$AgNO_3$	Glasstab	Kork	$AgNO_3$	Glasstab	Kork	$AgNO_3$	Glasstab	Kork
T. polonicum	+ !	+ (!)					+ !	+ !	
T. sativum .	+	+		+ !	+ !	+ (!)	+ !	+	+
T. spelta . .	+ !	+ !		+ !	+ !		+ !	+ !	+ (!)

IV. Spitze auf eine andere Gattung aufgesetzt.

Anschließend an die vorhergehenden Experimente wurden dann Versuche angestellt, bei denen die Koleoptilspitze auf einen gattungsfremden Stumpf aufgesetzt und dann die einseitige Reizung vorgenommen wurde. Von Erfolg gekrönt waren folgende Serien:

Avena auf *Secale* ($AgNO_3$, Abb. 9), *Trit. pol.* ($AgNO_3$) und *Trit. spelta* ($AgNO_3$),
Secale auf *Avena* ($AgNO_3$), *Hordeum* ($AgNO_3$, Abb. 10, Glasst.), *Tritic. sat.* ($AgNO_3$, Glasst., Kork, Abb. 11),
Tritic. pol. auf *Hordeum* ($AgNO_3$).

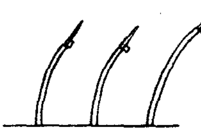


Abb. 12.

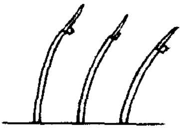


Abb. 13.

Abb. 12. *Avena*fragment an *Avena*stumpf angelegt.
Abb. 13. *Avena*fragment an Stumpf von *Triticum spelta* angelegt.

Eine allgemeine Orientierung gibt Tab. III.

Tab. III.

Versuchsobjekt	*Avena*			*Hordeum*			*Secale*			*Triticum*		
	$AgNO_3$	Glasst.	Kork	$AgNO_3$	Glasst.	Kork	$AgNO_3$	Glasst.	Kork	$AgNO_3$	Glasst.	Kork
Avena	+ !	+ !	+ !				+ !	+	+	+ !	+	+
Hordeum				+ !	+ !					+		
Secale	+ !	+	+	+ !	+ !		+ !	+ !		+ !	+ !	+(!)
Triticum	+ !	+	+	+ !			+	+	+	+ !	+ !	+(!)

V. Einseitiges Anlegen von Gewebefragmenten an die Schnittfläche des Koleoptilstumpfes.

Die Versuche von PAAL legen ebenso wie die meinigen die Vermutung nahe, daß durch den Reiz auf der gereizten Flanke bestimmte chemische Umsetzungen erzeugt werden und daß die

Reiztransmission auf der Diffusion gewisser Stoffe von der Spitze nach dem Stumpf beruht. Wenn dem tatsächlich so ist, dann muß es genügen, Gewebefragmente, die sich ja sicher in traumatisch gereiztem Zustande befinden, einseitig an die Schnittfläche des Koleoptilstumpfes anzulegen, um eine Krümmung zu erzielen. Um diese Verhältnisse zu prüfen, wurden kleine Hohlzylinderchen aus der Koleoptile herausgeschnitten und den dekapitierten Keimlingen, deren Primärblatt indes intakt gelassen wurde, seitlich oberhalb des Wundrandes angefügt, wie es Abb. 12 zeigt. Diese Versuche erstreckten sich zunächst wieder auf dieselbe Spezies und führten bei *Avena* zu einem auffälligen (Abb. 12), bei *Secale* und *Tr. sativum* zu einem schwachen Erfolg. Ferner wurden solche Gewebezylinder auf fremde Gattungen gefügt und es gelang, mit Fragmenten von *Tr. spelta* und *Tr. polonicum* auf *Avena* und mit solchen von *Avena* auf *Tr. polonicum* (Abb. 13) sehr ausgeprägte Krümmungen zu erzielen.

VI. Zusammenfassung.

Die geschilderten Versuche zeigen, daß ein traumatischer Reiz, der durch einseitiges Betupfen mit Höllenstein oder mit einem glühenden Glasstab hervorgerufen ist, von der aufgesetzten Koleoptilspitze über die Schnittfläche hinweg in den Koleoptilstumpf weitergeleitet werden kann, und zwar erfolgt diese Übertragung auch von Individuum zu Individuum, von Art zu Art und — wenn auch seltener — von Gattung zu Gattung. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Kontaktreiz, doch sind hier die geleiteten Reaktionen seltener und weniger augenfällig. Ferner können tropistische Krümmungsreaktionen erzielt werden, wenn man an die ebene Schnittfläche eines Koleoptilstumpfes einseitig ein Stückchen verletzten Gewebes derselben oder einer fremden Spezies anlegt.

Auf die theoretischen Folgerungen, die sich aus diesen Experimenten ergeben, soll an dieser Stelle nicht hingewiesen werden.

Leipzig. Botanisches Institut.

Literatur.

1. Paal, Jahrb. f. wiss. Bot. 58, 1918.
2. Stark, Experimentelle Untersuchungen über das Wesen und die Verbreitung der Kontaktreizbarkeit. Jahrb. f. wiss. Bot. 57, 1917.
3. Stark, Beiträge zur Kenntnis des Traumatotropismus, ebenda.

47. Friedrich Tobler: Biologische Flechtenstudien I.

(*Mit 8 Abbildungen im Text*).

(Eingegangen am 26. August 1919).

Meinen 1911 veröffentlichten Beobachtungen aus der Biologie der Flechten und Flechtenpilze gedachte ich längst andere eigene und solche von Schülern anzureihen. Waren die früheren Mitteilungen aus vom Zufall veranlaßten Beobachtungen und Versuchen hervorgegangen, so suchte ich seit 1913 systematisch Lücken auszufüllen, die sich einer Zusammenfassung der Biologie der Flechten entgegenstellten. Wenn auch für diese vieles einzelne aufgespart bleibt, so veranlassen mich doch einige Veröffentlichungen von anderer Seite (ELFVING, NIENBURG) und die Hoffnung, durch gemeinsame Arbeit den größeren Rahmen schneller zu füllen, schon jetzt einzelnes mitzuteilen.

I. Entwickelung von *Cetraria glauca* (L.).

Meine Beobachtungen über die Entwickelung und Wachstumsgröße junger Thalli von *Cetraria glauca* sind Juni—Juli 1916 vom Lazarett in Schierke (Harz) aus gemacht. Wie NIENBURG 1919 mitteilt[1], hat er 1917 ganz auf die gleiche Weise, durch Feststellung des Alters der von Flechten besiedelten Äste, Wachstumsgrößen für Flechten ermittelt. Seine Beobachtungen sind für *Parmelia physodes* erschöpfend genug, er spricht sich indes nicht völlig darüber aus, ob er seine beobachteten „Keimlinge" alle auf Soredien zurückführt, doch hat es den Anschein, als sei dem so mit Ausnahme der gut zu unterscheidenden Regenerate von älteren Thallusstücken. Für Soredien-Entwickelung habe ich aber bereits 1911[2]) darauf aufmerksam gemacht, daß wie in meinen Kulturen, so auch in der Natur eine Verschmelzung verschiedener Invididuen (Erzeugnisse eines Murediums) stattfinden kann und bei der stets massenhaft auftretenden Soredienbildung auch leicht statt hat.

1) NIENBURG, W., Studien zur Biologie der Flechten. II. Die Wachstumsgeschwindigkeit von Flechtenkeimlingen. (Zeitschr. f. Botanik XI, S. 20 des Separatabdruckes).

2) TOBLER, Zur Biologie von Flechten und Flechtenpilzen. II. Die Entwickelung von *Cladonia*-Soredien. (Jahrb. für wiss. Bot. 49. S. 409 ff.).

Diese Möglichkeit sollte bei Wachstumsbeobachtungen nicht übergangen werden. Ich zweifle längst nicht mehr, daß die Vermehrung durch Soredien und Isidien viel verbreiteter für viele Flechten ist als die durch Sporen. Gerade bei der reichlichen Aussaat und reichlichen Keimung des natürlich zusammengefügten Konsortiums, so wie es dabei vorliegt, läßt sich eine rasche Entwickelung der Thalli um so mehr begreifen, je mehr man sich das Entstehen und Bestehen einer Flechte wirklich als Folge einer dem abgestimmten Gleichgewichtszustand der Teile entsprechenden günstigen Lage vorstellt (TOBLER 1909).

Cetraria glauca (L.) **an *Fagus*.** Die Beobachtungen beziehen sich auf die Besiedlung größerer alter Buchen durch *Cetraria glauca*, die bei der sog. Elendsburg nahe Schierke im Harz auf etwa 550 m Meereshöhe standen. Entsprechend dem Standort ist die Besied-

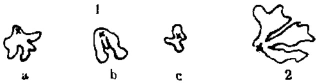


Abb. 1. a—c Jüngste Stadien von erkennbaren Thalli der *Cetraria* an *Fagus*, a u. b *einseitig entwickelt, das Kreuzchen bezeichnet die Anheftungsstelle*, Vergr. 4 mal.

Abb. 2. *Cetraria*-Thallus an einjährigem Trieb, natürliche Größe, Kreuz = Anheftungsstelle.

lung so reichlich, daß schon einjährige Triebe mit Blättern Flechtenthalli aufweisen. Dabei ergibt sich, daß die jungen Thalli fast niemals rund und von gleichmäßig allseits-strahligem Wachstum sind, sondern daß sie zungenartig-lappig zu wachsen und eine einseitig dem Rand genäherte Anheftungsstelle zu besitzen pflegen (vgl. Abb. 1). Später wird das Wachstum nach allen Seiten gleichmäßiger, wenn auch der Thallus die charakteristische Lappenform erhält.

Die Wachstumsgröße stellte ich nach dem Alter der besiedelten Teile als recht unerwartet groß fest. An einjährigen Sprossen unter den Blättern sitzende Exemplare, die also höchstens 1 Jahr alt waren, maßen oft vom Anheftungspunkt bis zum Rande 1 cm, im Thallusdurchmesser also mehr als das. Jüngste Stadien in den Achseln der jüngsten (diesjährigen) Triebe erreichten im

1) TOBLER, Das physiologische Gleichgewicht von Pilz und Alge in den Flechten. (Ber. d. D. Bot. Ges. 27, S. 421).

Juni schon 4 mm Durchmesser und an diesjährigen Trieben ansitzende bis 3,5 mm, dabei größter Radius (Entfernung vom Anheftungspunkt bis zum Rande) bis 2 mm (vgl. Abb. 2).

Die Anheftungsstelle der Thalli, die, wie erwähnt, nicht in der Mitte liegen muß, ist oft in der Form auffallend: von Punktform geht sie bis zu verzweigter Strichgestalt und kann dabei fast rippenartig die größeren Lappen begleiten (vgl. Abb. 3).

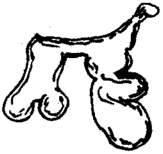
Über den Vorgang der Besiedlung war es mir nun möglich, bei der Fülle und Frische des Materials damals einige glückliche Beobachtungen zu machen. *Cetraria glauca* ist an den Standorten, auf die ich mich beziehe, häufig stark sorediös, aber steril. Die Neubesiedlung geschieht denn auch tatsächlich durch Soredien. Man sieht diese leicht wie kleine Wollknäuel z. B. in den Haaren der jüngsten *Fagus*-Triebe sitzen. Und es gelang mir des weiteren, von diesen an die Übergänge bis zu den unzweifelhaft definierbaren *Cetraria*-Thallis zu finden, wodurch sich rückwärts die Natur der keimenden Soredien erschließen ließ. Das Auffallendste bei dieser zu verfolgenden Entwickelungsreihe war aber, daß die Soredien, die stets in Mengen zusammen auftreten, beim Auswachsen mit einander zusammenfließen. Wo sie mit bloßem Auge eben als Pünktchen zu erkennen sind, z. B. an den Lenticellen, an deren Unebenheit sie so gern haften wie in den Haarmassen, da lehrt Anwendung einer starken Lupe oder des Mikroskops (besonders des Binokulars), daß sie noch in diesen Stadien schon zu mehreren mit einander verfilzen und ineinander aufgehen können (vgl. Abb. 4). Wachsen sie dann weiter aus, so verbietet die Verbindung leicht ein gleichmäßiges Wachstum und eben daraus folgt die Lappenbildung und Unregelmäßigkeit der jungen Thalli (vgl. Abb. 5).

Aus diesen Beobachtungen, die völlig übereinstimmen mit meinen früheren in Kultur und Natur an *Cladonia*-Soredien gemachten (vgl. TOBLER 1911, S. 412 u. 415), stehe ich nicht an, den Schluß zu ziehen, daß die wenigsten der *Cetraria*-Thalli, die auf *Fagus* an meinem Standort standen, aus einem Soredium entstanden waren, sondern verschmolzenen, mehreren ihren Ursprung verdanken.

Hiermit ist die Ungleichheit der Anheftung ebenso erklärt wie auch das anscheinend so sehr viel stärkere Wachstum in der ersten Entwickelung. Was da als ein aus einer Spore (bzw. einem Soredium) hervorgegangenes Individuum im Alter von höchstens einem Jahre erscheint, kann auch ein aus Verschmelzung entstandener Komplex sein. Die Wachs-

tumgröße des „ersten Jahres" (Höchstalter) ist also richtiger abzulesen als „Radius", d. h. von der Anheftungsstelle bis zum Rande und zweckmäßig nicht als Thallusdurchmesser.

a

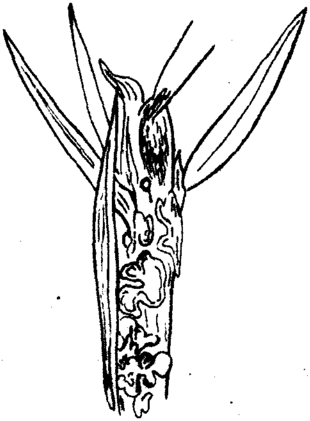


3

b

4

5



6

Abb. 3. a) *Cetraria*-Thallus an einjährigem Trieb, Vergr. 5 mal, b) die Spur der Anheftung auf dem Substrat.

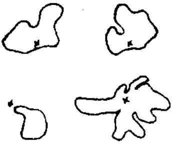
Abb. 4. Keimende Soredien der *Cetraria*, z. T. zur Thallusbildung zusammenfließend, mit bloßem Auge als Pünktchen erkennbar. Vergr. 10 mal.

Abb. 5. 2 junge Thalli verwachsend. Vergr. 20 mal.

Abb. 6. Flechtenthalli und Algenhaufen an den letzten vorjährigen Sprossen von *Pinus Picea*. Vergr. ca. 8 mal.

***Cetraria glauca* an *Pinus Picea*.** Ich schließe einige Beobachtungen über die gleiche Flechte auf *Pinus Picea* an. Standort sind verschiedene Punkte der Umgebung von Schierke, wo namentlich an absterbenden Bäumen die Bewachsung mit diesem Epiphyten

überreich zu sein pflegte. Es waren meist stark den Unbilden der Witterung (Stürmen usw.) ausgesetzte Exemplare bei Klippen in durchschnittlicher Höhe von 600 über Meer. Die Besiedlung der jungen *Picea*-Sprosse ist bei weitem nicht so leicht wie bei *Fagus*, die Anheftung an der letzteren eben durch die Behaarung sicherer. Trotzdem lassen jüngste Sprosse hier an den Nadelbasen und in den Vertiefungen zwischen den Blattkissen (Blattnarben) die Thalli schon erkennen, die sich durch Verfolg der Stadien ebenfalls identifizieren lassen als der *Cetraria glauca* zugehörig. Hier entstehen gleichfalls krause lappige Formen, bedingt wohl in erster Linie durch die Unebenheit der Oberfläche des Wirtes (vgl. Abb. 6). Auch hier ist einseitige Entwickelung der kleinen Thalli und exzentrische Lage der Anheftungsstelle häufig (vgl. Abb. 7).


7

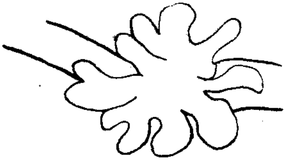

8

Abb. 7. *Cetraria*-Thalli auf *Pinus*. Vergr. 2 mal.
Abb. 8. Gut entwickelter Thallus der *Cetraria* an vorjährigem *Pinus*sproß. Vergr. 5 mal.

Die Besiedlung führt auch hier, wenngleich in etwas späteren Stadien (doch noch im ersten Lebensjahre) zur Verschmelzung und dann wohl zur späteren (scheinbar) gleichmäßig-strahligeren Form der heranwachsenden Thalli (vgl. Abb. 8).

Daß die Ansiedlung hier in den Rillen zwischen den Blattkissen erfolgte, zeigt sich später in dem häufigen, ja selbstverständlichen Auftreten der *Cetraria* in den Sproßachseln, von denen aus die Epiphyten auf die jungen Triebe vorkriechen, da gleichmäßige Ausbildung später dort wieder unmöglich wird. Die Thallusränder sind dabei dann häufig stark hochgebogen.

Die Größe des Zuwachses der jungen Thalli ist ähnlich wie bei den an *Fagus* beobachteten. Zum Beispiel waren an höchstens zweijährigem Trieb schon über 2 cm große Thalli (Durchmesser), an den höchstens ein Jahr alten schon 1 cm messende zu finden. Bei der unebenen Oberfläche der jungen Sprosse ist Verschmelzung sehr gut möglich, aber schwerer zu beobachten als bei *Fagus*.

48. Hermann Losch: Ascidienbildung an Staubfäden vergrünter Blüten von Tropaeolum majus.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 6. Oktober 1919.)

Anfang Oktober 1916 fand ich am Zaun der Gartenbauschule in Hohenheim eine Menge Pflanzen von *Tropaeolum majus* mit vergrünten Blüten. Solche Vergrünungen sind in der Literatur mehrfach beschrieben worden. Besonders J. ZIEGLER[1]) hat sehr stark vergrünte Blüten von *Tropaeolum majus* beschrieben und abgebildet. Die von mir untersuchten Blüten zeigten im allgemeinen dieselben Veränderungen, wie sie ZIEGLER beschreibt und abbildet, sodaß es sich erübrigt, näher darauf einzugehen.

Dagegen fand ich an vergrünten Staubfäden eigenartige Ascidienbildungen, welche sonst in der Literatur nicht erwähnt sind. Der Zufall fügte es, daß ich alle verschiedenen Stufen und Übergangsformen solcher Ascidienbildungen vorfand. Wir haben also hier einen Fall vor uns, in dem die Entstehung und Entwicklung einer Ascidie von ihren Anfängen an verfolgt werden kann.

Daß die Verlaubung der Staubfäden bei vergrünten Blüten von *Tropaeolum majus* hinter derjenigen der übrigen Blütenteile zurückbleibt, wird mehrfach erwähnt. ZIEGLER schreibt (S. 128): „Weniger leicht veränderlich zeigten sich die Staubgefäße" und (S. 129): „doch auch sie hielten auf die Dauer nicht stand und verwandelten sich ganz oder teilweise in meist schildförmige Laubblättchen". Auch PENZIG[2]) sagt: „Die Stamina sind am letzten der Verlaubung unterworfen". Doch auch er hat Blüten gefunden, „in denen an Stelle eines jeden Blütenphylloms langgestielte schildförmige Blätter standen." MASTERS[3]) beschreibt einen Grad der Verlaubung der Staubfäden, welcher etwa den Figuren a bis c in Abbildung 1 entspricht, folgendermaßen: „Bei frondeszenten Blüten

1) ZIEGLER, J.: Vergrünte Blüten von *Tropaeolum majus*. Ber. über d. Senckenberg. naturf. Ges. in Frankfurt a. M. 1880/81, S. 128/29, Taf. I u. II und 1882/83, S. 294/95.

2) PENZIG: Teratologie, Bd. I, S. 328, 1890.

3) MASTERS, M. T.: Pflanzen-Teratologie, übersetzt von UDO DAMMER. Leipzig 1886, S. 298.

von *Tropaeolum majus* fehlen die Stamina meist oder sind verkümmert, in anderen Fällen ist jedoch das Filament wie gewöhnlich vorhanden und bildet einen Blattstiel, der eine kleine Lamina trägt, doch diese letztere ist statt flach in der Mitte aufwärts gewölbt und zwar von der Hinter- nach der Vorderseite und trägt

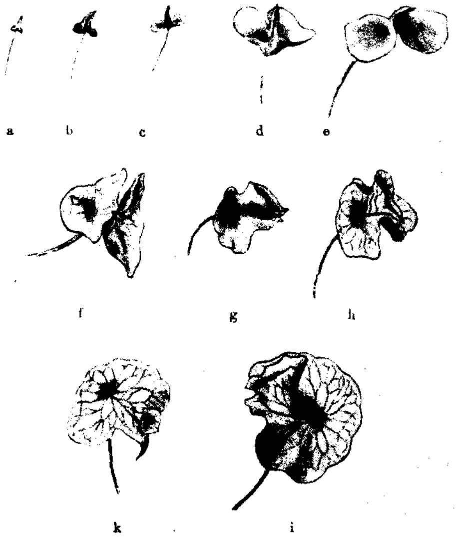


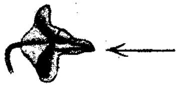
Abb. 1. Staubfäden vergrünter Blüten von *Tropaeolum majus*. Etwa $1\frac{1}{2}$ nat. Größe.

an der Spitze eine zweilappige Anthere, so daß das Ganze wie eine zentrale Anthere aussieht, welche an den Seiten durch zwei konkave Blattlappen gestützt ist, oder mit einem dreilappigen Blatte verglichen werden kann, dessen Mittellappen von einer Anthere gebildet ist."

In den von mir beobachteten Fällen gestaltete sich der Anfang der Verlaubung der Staubfäden genau so, wie MASTERS

dies schildert. Weiterhin bildeten sich aber keine rein schildförmigen Laubblättchen, wie dies ZIEGLER und PENZIG beschreiben, sondern es traten eigentümliche Ascidienbildungen auf, wie dies in Abb. 1, g bis k, und Abb. 2, a und b, zu sehen ist. Manchmal zeigte die Anthere auch eine „tetraptere“ Verlaubung, wie dies in Abb. 1, f, dargestellt ist. Die beiden Abbildungen zeigen die ganze Reihe der Entwicklung dieser Ascidien. Formen, wie in Abb. 1, i und k, für sich allein betrachtet, lassen gar keinen Zusammenhang mehr mit einem Staubfaden erkennen und wir würden sie kaum als Abänderungen einer Anthere vermuten, ohne die vorausgehenden Entwicklungsstufen.

a



b

Abb. 2. b = a in der Richtung des Pfeiles gesehen. Etwa $1\frac{1}{2}$ nat. Größe.

Der Entwicklungsgang läßt sich an der Hand der Abbildungen folgendermaßen schildern:

Die in Abb. 1, a bis e, dargestellten Stufen entsprechen ungefähr der oben erwähnten Beschreibung von MASTERS. Die Figur f in Abb. 1 zeigt uns nun den Übergang zu der eigentümlichen Ascidienbildung, die uns dadurch verständlich wird. Wenn nämlich die einander zugekehrten Unterseiten der verlaubten Antherenhälften teilweise mit einander verwachsen, dann haben wir Fälle, wie sie die Figuren g und h in Abb. 1 zeigen. Daß dies der Entstehungsgang ist, können wir aus Abb. 2 entnehmen. Hier sehen wir ein und dieselbe Entwicklungsstufe von zwei verschiedenen Seiten. In Figur b ist deutlich zu sehen, daß bis auf einen kleinen Einschnitt die beiden verlaubten Antherenhälften mit einander verwachsen sind. Querschnitte durch die dadurch entstehenden trichterförmigen Ascidien lassen erkennen,

daß immer das Innere des Trichters als Blattunterseite, das Äußere als Blattoberseite entwickelt ist, was mit der Erklärung dieser Ascidienbildung durch Verwachsung vollständig übereinstimmt. Das mikroskopische Bild eines Querschnitts durch eine solche Ascidie zeigt den Aufbau, wie bei einem bifazialen Blatt. Von der Trichterinnenseite aus angefangen, haben wir folgenden Bau: Eine reich mit mehrzelligen Haaren besetzte Epidermis, darauf einige Schichten Schwammparenchym, dann eine Schicht mit Palisadenzellen und zuletzt die obere Epidermis, welche nur sehr vereinzelt Haare trägt. An der Verwachsungsstelle selbst finden wir im Querschnitt immer ein stärkeres Gefäßbündel. Die Verwachsung verläuft also entlang eines Blattnervs.

In den Figuren i und k in Abb. 1 sind die am weitesten fortgeschrittenen Stufen abgebildet, welche den Zusammenhang mit Figur f nicht mehr ohne weiteres erkennen lassen, welche aber, mit Figur h verglichen, leicht als Weiterbildungen verständlich sind. Auch in diesen letzten Stadien entspricht die Ascidieninnenseite der Blattunterseite. Es ist also die morphologische Oberseite (Außenseite) der Ascidie der Oberseite des tragenden Blattes zugewendet.

Die im vorstehenden geschilderten Veränderungen der Antheren vergrünter *Tropaeolum*-Blüten zeigen uns also beinahe lückenlos den Entwicklungsgang einer Ascidienbildung, wie er sonst wohl selten zu finden ist.

Hohenheim, Botanisches Institut, September 1919.

49. P. N. Schürhoff: Das Verhalten des Kerns in den Knöllchenzellen von Podocarpus.

(Eingegangen am 15. Oktober 1919.)

Die Knöllchen an den Wurzeln der *Podocarpus*-Arten stellen eine endotrophe Mykorrhiza dar. Die neugebildeten Knöllchen erreichen zuweilen ihre volle Größe, trotzdem keine Spur von Pilzinfektion zu finden ist. Der eindringende Pilz ruft in den Wirtszellen eine auffallende Reaktion hervor, die SHIBATA (1) folgendermaßen schildert: „Das Zytoplasma wird vermehrt und sieht feinkörnig aus; der Zellkern nimmt an Volumen zu und gestaltet sich unregelmäßig. Dann wird er in die Länge ausgezogen und schnürt sich in der Mitte ein. Der bisquit- und hantelförmige Kern wird dann in seiner schmalen Verbindungsstelle zerrissen. Es liegt uns hier also eine ganz typische amitotische Kernteilung vor. Diese Prozesse wiederholen sich mehrmals in derselben Zelle, sodaß jede vom Pilzmyzel erfüllte Zelle schließlich zwei bis mehrere Kerne enthält; ich habe in einer Zelle bis acht Kerne gezählt. Die Teilkerne rücken auseinander und verteilen sich gleichmäßig in dem Myzelknäuel in der Zelle. Die so vermehrten Kerne nehmen oft amöboide Gestalt an und gleichen ungefähr einander in ihrer Größe und Struktur." Nach der Pilzverdauung trifft man in den vielkernigen Knöllchenzellen oft Kerne an, die sich wieder mitotisch teilen. Die hier stattfindende Karyokinese verläuft in üblicher Weise unter Ausbildung distinkter, langer Tochterchromosomen, deren Zahl SHIBATA mit 12 bestimmte. Doch bleibt die Differenzierung der Spindelfasern aus; an deren Stelle sieht man die homogene zum Teil vaknolige Kinoplasmamasse, die mit Gentianaviolett leichte Färbung annimmt. Diese eben durch Karyokinese geteilten Kerne teilen jedoch das gleiche Schicksal mit ihren Schwesterkernen und eilen sogleich zur Degeneration in den kollabierenden Knöllchenzellen. SHIBATA betont nun: „Die eben beschriebene Erscheinung verdient unsere besondere Aufmerksamkeit, denn erstens: diese Karyokinese tritt in bald absterbenden Kernen ein und bringt keine weitere Entwicklungsphase mit sich; und zweitens: die Karyokinese findet gerade in den Zellen statt, die wie eben gezeigt, vorher durch amitotische Teilung entstanden sind."

Auf Grund seiner Befunde kommt SHIBATA dann zu dem Schluß, daß die in den Knöllchenzellen von *Podocarpus* auftretende amitotische Kernteilung keine Absterbeerscheinung ist, sondern ein *schneller zum Ziele führendes Mittel der Kernvermehrung* darstellt und daß ferner die durch Amitose geteilten Kerne das Vermögen beibehalten, sich in indirekter Weise zu teilen, wobei sich zeigt, daß die Zahl und Anordnung der Chromosomen in den Kernen durch die vorhergehende Amitose keine Veränderung erfahren haben.

Es ist klar, daß diese Befunde für die Frage nach dem Wesen und der Bedeutung der Amitose von ausschlaggebendster Bedeutung sind. Denn, wenn die Verhältnisse so liegen, wie sie SHIBATA schildert, so ist eben die Amitose der Mitose völlig gleichwertig und *beide Kernteilungsvorgänge können sich ersetzen und miteinander abwechseln.*

Die Angaben SHIBATAs, daß die nachträglichen Mitosen solcher Kerne, die sich vorher amitotisch geteilt haben sollen, die normale Chromosomenzahl aufweisen, steht im schärfsten Widerspruch zu unsern bisherigen Erfahrungen über die *Individualität der Chromosomen.* Ebenso wie durch Kernverschmelzungen die Zahl der Chromosomen erhöht wird, so muß durch amitotische Teilung entweder die Zahl, der Chromosomen, sei es in gleicher oder ungleicher Zahl geteilt werden, oder aber die Chromosomen *müssen in Teile zerrissen auf die Tochterkerne übertragen werden.* Das Auftreten einer normalen Chromosomenzahl nach einer Amitose würde aber eine genaue Teilung bezw. Verdoppelung der Erbeinheiten im ruhenden Kern voraussetzen. Bestände für den Kern diese Möglichkeit, so würde der komplizierte Mechanismus der *Mitose überflüssig sein.* Wir wissen ferner im besonderen aus den Versuchen mit Cloralhydrat, das dem Kern eine autoregulative Tätigkeit in Bezug auf die Chromosomenzahl abgeht, so daß also allein die Angabe SHIBATAs, daß die Kerne in mehrkernigen Knöllchenzellen die normale Chromosomenzahl besitzen, ein untrüglicher Beweis dafür ist, daß *vorher weder eine Amitose noch eine Kernverschmelzung* vorausgegangen ist.

Der Widerspruch der Befunde SHIBATAs mit den sonstigen Erfahrungen über das Wesen der Amitose, veranlaßte STRASBURGER (2) zu einer Nachprüfung der Ergebnisse, über welche er in seiner Publikation „Einiges über Characeen und Amitose" berichtet. Er fand die gleichen Bilder wie SHIBATA, die auch er als Amitosen deutet, doch fand er bei seinem Material keine nachträglichen Mitosen. In seiner Veröffentlichung „Über die Individualität der Chromosomen usw." nimmt STRASBURGER (3) an, daß die Teilungs-

figuren, in denen SHIBATA zwölf Chromosomen zählte, einem Kern angehörten, der eine Verschmelzung aller zuvor durch Fragmentation in der Zelle entstandenen Teilkerne seine Entstehung verdankte. Er glaubt, daß hier möglicherweise auch Teilungsfiguren angetroffen werden könnten, die weniger Chromosomen führen, in Fällen nämlich, wo die Desorganisation des einen oder anderen Teilkerns in der Zelle dem Verschmelzungsvorgang vorausging, denn es dürften dann die zurückgebliebenen Kerne nicht imstande sein, die fehlenden Chromosomen zu ergänzen.

Im Jahre 1908 berichtete STRASBURGER (4) über neue Untersuchungen und fand im Anfang September bei *Podocarpus latifolia* auch mitotische Teilungen in einzelnen Zellen von ausgewachsenen Knöllchen. Soviel derartige Knöllchen er aber auch studierte, so vermochte er sich in keinem Falle davon zu überzeugen, daß ein in ihnen sich mitotisch teilender Kern ein Verschmelzungsprodukt amitotischer Teilkerne sei. Daß andererseits ein solcher in erneute Mitose eingetretener Kern etwa nur einem der amitotischen Teilkerne entsprechen sollte, erschien durch die Untersuchung ganz ausgeschlossen. STRASBURGER kommt daher zu dem Ergebnis, daß die in der Mitose innerhalb ausgewachsener Knöllchen angetroffenen Kerne sich zuvor überhaupt nicht amitotisch geteilt hatten und wohl auch nicht extreme Veränderungen ihres Inhaltes erfahren hatten. Gerade in solchen Knöllchen, die nur zu einem gewissen Grade infiziert waren, traten die nachträglichen Mitosen besonders oft auf. Die Teilungsbilder verhielten sich so, wie dies SHIBATA schildert. Die Spindelfasern und der Phragmoplast waren mangelhaft entwickelt, meist fehlte jede Andeutung der Zellplatte, nie kam es zu einer darauf folgenden Zellteilung. Im Gegensatz zu SHIBATA stellte STRASBURGER als diploide Chromosomenzahl auch in den nachträglichen Mitosen der Knöllchenzellen die Zahl 16 fest.

Aus diesem Erklärungsversuchen ist jedenfalls zu sehen, daß STRASBURGER die Annahme SHIBATAs, ein durch Amitose geteilter Kern könne sich nachträglich wieder mitotisch teilen, ablehnt. Aber auch die Erklärung STRASBURGERs ist unzutreffend. Denn STRASBURGER nimmt ebenso wie SHIBATA an, daß die Vielkernigkeit in den Knöllchenzellen durch Amitose entstände und wir finden (s. im besonderen Fig. 16 bei SHIBATA), daß in den mehrkernigen Zellen nachträglich Mitosen auftreten, wie dies SHIBATA auch besonders hervorhebt. Daraus ergibt sich: Entweder kommt die Mehrkernigkeit der Knöllchenzellen durch Amitose zustande, wie dies SHIBATA und STRASBURGER annehmen,

dann haben sich die in Mitose angetroffenen Kerne vorher amitotisch geteilt, und die Hypothese STRASBURGERs, das die Mitosen nur in solchen Kernen aufträten, die sich nicht vorher amitotisch geteilt hätten, ist unzutreffend; oder aber die Vielkernigkeit der Knöllchenzellen kommt nicht durch amitotische Kernteilung zustande. Ich (5) habe bereits 1915, als ich über Amitosen von Riesenkernen im Endosperm von *Ranunculus acer* berichtete, darauf hingewiesen, daß wahrscheinlich die als Amitosen gedeuteten Bilder als Kernverschmelzungen anzusehen seien: „Allerdings gelangte auch STRASBURGER nicht zu anderen Ergebnissen wie SHIBATA; er erklärte sich das Auftreten von Mitosen dadurch, daß einzelne Kerne, die sich vorher nicht amitotisch geteilt hatten, zur mitotischen Teilung schritten. Ein Beweis für diese Annahme fehlt jedoch gänzlich. Bemerkenswert ist noch, daß die späteren Mitosen, die aus vorher amitotisch geteilten Kernen hervorgehen sollen, keine Scheidewand bilden, so daß also den Mitosen in den Knöllcbenzellen die Eigenschaft zukommt, mehrkernige Zellen zu bilden, wodurch die Vorbedingung zu Kernverschmelzungen gegeben ist. Wahrscheinlich ist die Angabe des Auftretens von Amitosen dadurch veranlaßt, daß die Vielkernigkeit der Riesenzellen durch simultane mitotische Kernteilung vor sich geht, ebenso wie bei den *Heterodera*-Gallen, so daß man verhältnismäßig sehr selten Mitosen zu Gesicht bekommt."

Die Seltenheit der bei den Riesenzellen von *Heterodera*-Gallen zur Beobachtung gelangenden Kernteilungen hebt NĚMEC (6) besonders hervor: „Obzwar sehr viele Gallen untersucht wurden, wurden dennoch sehr spärlich Kerne der Riesenzellen im Teilungsstadium getroffen. Man könnte leicht, wenn man kein genügend großes Untersuchungsmaterial zur Verfügung hätte, zur Überzeugung gelangen, daß es in den Riesenzellen überhaupt keine Mitose gibt. Bedenkt man jedoch, daß die Kernteilung nach unsern bisherigen Kenntnissen höchstens etwa zwei Stunden dauert, wogegen die Riesenzellen sicher ein bis zwei Monate lang leben und wenigstens $^1/_2$ Monat zum Heranwachsen brauchen, während welcher Zeit die Kernteilungen zu erwarten sind, so wird man zur Überzeugung kommen, daß die Teilungen in ziemlich großen Intervallen vor sich gehen; denn schon zehn simultane Kernteilungen genügen zur Erzeugung von 1024 Kernen."

Das ganze Verhalten der Knöllchenzellen von *Podocarpus* bietet sehr viel Ähnlichkeit mit den Befunden in den Riesenzellen von *Heterodera*-Gallen, so daß ich zu der Überzeugung gelangte, die Vielkernigkeit der Knöllchenzellen erfolge bei *Podocarpus* gleich-

falls auf mitotischem Wege und die als Amitose gedeuteten Bilder seien Verschmelzungen. In der Tat finden wir ja überhaupt, daß Kernverschmelzungen fast regelmäßig zuerst als Amitosen aufgefaßt wurden, es sei nur erinnert an die Tapetenzellen der Antheren, an die durch Chloralhydrat bewirkten Kernbilder und vor allem wieder an die *Heterodera*-Gallen.

Daß aus dem Aussehen der Bilder, die als Amitosen oder als Kernverschmelzungen gedeutet werden, irgendwelche Schlüsse gezogen werden könnten, ist völlig abzulehnen, nur eine genaue Feststellung des Zustandekommens der Mehrkernigkeit gibt Aufschluß darüber, ob es sich um Amitosen oder Kernverschmelzungen handelt. Im allgemeinen läßt sich sagen: Finden wir in bestimmten Zellen die Veranlagung zur Degeneration des Phragmoplasten, so ist die Mehrkernigkeit stets auf Mitose zurückzuführen und die in Frage stehenden Bilder sind Kernverschmelzungen. Es kommt noch hinzu, daß sich Kerne in mehrkernigen Zellen, die sich vorher aneinandergelagert haben, beim Eintritt in die mitotische Teilung wieder voneinander trennen, wie es z. B. STRASBURGER (7) für *Wickstroemia indica* angibt. Diese wieder auseinanderweichenden, vorher aneinanderliegenden, vielleicht schon im Vorstadium der Verschmelzung befindlichen Kerne können natürlich leicht Amitosen vortäuschen.

Jedenfalls ergibt sich aus allen bisher bekannten Fällen, daß die Diagnose „Amitose“ nur mit größter Vorsicht zu stellen ist, da sich die weitaus meisten beschriebenen Amitosen als Kernverschmelzungen herausgestellt haben.

Meine verschiedenen Arbeiten über Amitose und über Kernverschmelzungen führten mich immer wieder dazu, die Untersuchungen an *Podocarpus*, die ich seit vier Jahren fortführe, nicht ruhen zu lassen, um eine Lösung dieser für die Auffassung der Amitose äußerst prinzipiellen Frage zu finden.

Zuerst untersuchte ich Material aus dem Marburger botanischen Garten, und zwar von verschiedenen *Podocarpus*-Arten in der Hauptsache jedoch von *Podocarpus macrophylla*. Ich fand Knöllchen in allen Stadien, jedoch keine einzige Kernteilung, obwohl ich über 40000 Schnitte untersuchte. Ende Juli 1919 entnahm ich dem Berliner botanischen Garten Material von *Pod. salignus* D. Don. Dieses Material erwies sich als sehr günstig. Ich fand z. B. ein frisch infiziertes Knöllchen, in welchem bereits einige Zellen zweikernig waren, während die meisten der einkernigen Zellen den Kern in verschiedenen Stadien der Mitose zeigten. Die Mitosen zeigten eine sehr geringe Ausbildung der Spindelfasern, sodaß

hieraus *unzweifelhaft hervorgeht, daß die Zweikernigkeit der Zellen* auf mitotischem Wege erfolgte. Ferner fand ich in einer jungen Knöllchenzelle eines anderen Knöllchens u. a. zwei Kerne in später Prophase in einer Zelle vor. In den Kernen waren die langen Chromosomen vollkommen ausgesondert und zeigten die typische Längsspaltung. Das Kernkörperchen war nur noch schwach gefärbt, die Kernmembran stand unmittelbar vor der Auflösung. Die Anzahl der Chromosomen ließ sich leicht ermitteln, sie betrug 24, was mit den Angaben von Burlingame (8) für *Podocarpus Totarra Hallii* und *Pod. nivalis* übereinstimmt, während die Angaben von Shibata und Strasburger nach Tischler (9) revisionsbedürftig sind. Aus dieser Zählung geht hervor, daß es sich hier um die *normale diploide* Chromosomenzahl handelt, daß also vorher weder Amitosen noch Kernverschmelzungen stattgefunden haben.

Ferner fand ich in mehrkernigen Knöllchenzellen die Stadien der Anaphase, in denen die Degeneration der Spindelanlage in deutlichster Weise zu erkennen war und natürlich auch keine Spur einer Zellplattenanlage zu erkennen war.

Ich sehe davon ab, Zeichnungen der einzelnen Stadien zu bringen, da die Bilder keine neuen Einzelheiten geben würden.

Jedenfalls waren die beiden in einer Zelle liegenden, in dem gleichen Stadium der Prophase befindlichen Kerne bereits ausschlaggebend für die Beurteilung des ganzen Vorganges. Es ergibt sich nämlich hieraus:

1. Die Vermehrung der Kerne in den frisch infizierten Zellen der Knöllchen von *Podocarpus* erfolgt durch Mitose.

2. Die Kernteilungen in den infizierten Knöllchenzellen erfolgen ohne Bildung einer Zellwand.

3. Die als Amitosen gedeuteten Kernbilder können entweder Kernverschmelzungen bezw. Aneinanderlagerungen von Kernen sein, oder der Ausdruck einer amöboiden Bewegung oder aber einige der auf mitotischem Wege entstandenen Kerne können nachträglich zu amitotischer Teilung übergegangen sein.

4. Die letzte Annahme erscheint ausgeschlossen, einesteils in Analogie der ähnlichen Verhältnisse bei den *Heterodera*-Gallen, ferner weil die Mehrkernigkeit bereits durch Mitose erreicht wurde und endlich weil der Trieb zur mitotischen Teilung sich nach der Pilzverdauung wieder in neuen Mitosen äußert, obwohl eine baldige Degeneration aller Kerne einsetzt.

Es ist augenscheinlich, daß die als Amitosen angesprochenen Bilder auch keine Kernverschmelzungen darstellen, denn eines-

teils findet man bei der Degeneration stets vielkernige Zellen in den Knöllchen, anderenteils zeigten weder meine Mitosen noch die nachträglich auftretenden, die von SHIBATA und STRASBURGER beschrieben werden, eine erhöhte Chromosomenzahl. Daher sind die „amitotischen" Kernbilder als Ausdruck einer amöboiden Bewegung zu erklären im Einklang mit den Befunden von MAGNUS (10) bei der endotrophen Mykorrhiza von *Neottia Nidus avis.*

Das nachträgliche Auftreten von Kernteilungen nach der Pilzverdauung ist meiner Ansicht nach darauf zurückzuführen, daß der Kern durch die *Infektion* der *Zelle* zuerst zu erhöhter morphologischer Tätigkeit, die sich in Kernteilungen äußert, angeregt wurde, diese formative Tätigkeit wurde durch den ernährungsphysiologischen Akt der Pilzverdauung unterbrochen; nach der Beendigung der Verdauung können die formativen Kräfte wieder zum Vorschein gelangen, was seinen Ausdruck in den nachträglichen Kernteilungen findet.

Nachdem nunmehr auch das Verhalten des Kerns in den endotrophen Mykorrhizen von *Podocarpus* Aufklärung gefunden hat, gilt folgendes:

Mitose und Amitose sind nicht gleichwertig und können sich nicht ersetzen.

Ein einmal durch Amitose geteilter Kern ist zu weiterer mitotischer Teilung unfähig.

Literatur.

1. SHIBATA, K., Cytologische Studien über die endostrophen Mykorrhizen. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 37, 1902.
2. STRASBURGER, E., Einiges über Characeen und *Amitose*. WIESNER *Festschrift*, 1907.
3. — —, Über die Individualität der Chromosomen und die Pfropfhybriden-Frage. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 44, 1907.
4. — —, Chromosomenzahlen, Plasmastrukturen, Vererbungsträger und Reduktionsteilung. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 45, 1908.
5. SCHÜRHOFF, P. N., Amitosen von Riesenkernen im Endosperm von *Ranunculus acer*. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 55, 1915.
6. NĚMEC, B., Das Problem der Befruchtungsvorgänge, Berlin 1910.
7. STRASBURGER, E., Zeitpunkt der Bestimmung des Geschlechts, Apogamie, Parthenogenesis und Reduktionsteilung, Jena 1909.
8. BURLINGAME, L. L., The staminate cone and male gametophyte of *Podocarpus*. Bot. Gazette, Bd. 46, 1908.
9. TISCHLER, G., Chromosomenzahl, -Form und -Individualität im Pflanzenreiche. *Progressus rei botan.*, *Jena 1915.*
10. MAGNUS, W., Studien an der endotrophen Mycorrhiza von *Neottia Nidus avis* L. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 35, 1900.

50. B. Hansteen-Cranner: Beiträge zur Biochemie und Physiologie der Zellwand und der plasmatischen Grenzschichten.

(Vorläufige Mitteilung[1]).)

(Mit Tafel III und IV.)

(Eingegangen am 17. Oktober 1919.)

Durch umfassende experimentelle Studien über das Verhalten der Kulturpflanzen zu den Bodensalzen konnte ich früher[2]) folgendes feststellen:

1. In reinen, nicht gemischten Lösungen wirken K-, Na- und besonders Mg-Ionen insofern sehr giftig auf junge Pflanzenwurzeln, als sie deren wachsende Streckungszonen nach weitgehender Deformierung zuletzt zur Auflösung bringen. Auch in mehrfach destilliertem Wasser wird das Wurzelleben in ähnlicher Weise gehemmt.

Dagegen bedingen Ca-Ionen sowohl allein, als wenn sie in einer Lösung mit den genannten toxischen Ionen nach bestimmten Mengenverhältnissen zusammen sind, immer eine ganz normale und reiche Entwickelung der Wurzeln.

2. Diese Giftwirkungen durch K-, Na- und Mg-Ionen beruhen nun nicht auf einer Zerstörung der Zellkerne, so wie es O. LOEW und seine Schüler noch behaupten, sondern sind in erster Linie Oberflächenwirkungen, insofern, als es die jungen, wachsenden Zellwände und dann die anliegenden plasmatischen Grenzschichten sind, die sich lösen und herausfließen[3]). Und als solche Oberflächenwirkungen müssen auch die günstigen und antitoxischen Eigenschaften der Ca-Ionen betrachtet werden; denn sollen diese sich geltend machen — d. h. eine normale Oberfläche geben können —, so genügt Kalkreichtum in den Zellen nicht; die Ca-Ionen müssen dann mit den toxischen Ionen in der die Wurzeln umgebenden Flüssigkeit zusammen sein.

1) Vorgetr. in d. mathem.-naturw. Kl. d. Wissenschaftsakademie zu Kristiania d. 30. Mai 1919.

2) Siehe Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XLVII, 1910, p. 289—376, und Bd. LIII, 1914, p. 536—599.

3) Siehe Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XLVIII, 1910, Taf. XI, und hier besonders d. Fig. 2, 3 u. 6.

3. K- und Ca-Ionen beeinflussen auch stark die Wasserversorgung der Pflanze, und zwar auch hier in ganz entgegengesetzter Weise; denn während die K-Ionen günstig sind, indem sie die Wasseraufnahme befördern und die Transpiration relativ stark herabsetzen, sind die Ca-Ionen ungünstig, indem sie die Wasseraufnahme erschweren und die Transpiration befördern.

4. Endlich gelangte ich zur Entdeckung der bis dahin ganz unbekannten Tatsache, daß bei den verschiedensten Blütenpflanzen auch die Zellwände aller physiologisch tätigen und nicht kutisierten Parenchymgewebe außer Zellulose und Hemizellulosen auch lipoide Bestandteile in Form von leicht verseif- und schmelzbaren Fettsäuren neben kleineren Mengen von phytosterinartigen Stoffen enthalten. Und diese Bestandteile, nicht Bakterien, sind es nun, die beim Auflösen der Zellwände junger Wurzelteile in einer reinen Magnesialösung diese in Form von weißen, schwebenden Wolken trüben.

Alle diese damals erhaltenen Resultate haben nun eine weitere Bestätigung und Erklärung in den Ergebnissen meiner seitdem über diese Verhältnisse fortgesetzten Untersuchungen gefunden. Diese Ergebnisse sind indessen auch in anderen Hinsichten interessant, so daß sie eine weit mehr detaillierte und gründliche Untersuchung als meine bisherige verdienen. Vorläufig möchte ich deshalb unten nur folgendes ganz kurz mitteilen.

Da die in den Zellwänden gefundenen Lipoide aus verschiedenen Gründen nicht als gewöhnliche Fettnahrung auf Wanderung aufgefaßt werden konnten[1]), war meine Hauptfrage die: Gehören diese Lipoide nur der Zellwand selbst als spezifische Baustoffe neben Zellulose und Hemizellulosen an, oder stammen sie eigentlich von den der Zellwand anliegenden plasmatischen Grenzschichten her — in welchem letzteren Falle diese nicht allein Lipoide enthalten, sondern auch mittels dieser Stoffe die Zellwände durchdringen und so mit ihnen intim verbunden sein müssen?

Zunächst haben sich folgende für die biologische Lipoidforschung wichtige Tatsachen ergeben:

1. Sowohl Wurzeln als allerlei andere lebende, nicht kutisierte Zellgewebe bei den verschiedensten Blütenpflanzen geben nicht allein in giftigen Salzlösungen, sondern auch in destilliertem Wasser Lipoide massen-

1) Siehe Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. LIII, 1914, p. 574.

haft ab. Und diese Lipoidextraktion kann immer so vorgenommen werden, daß dabei das Leben der Zellen nicht gefährdet wird; denn sie findet in reichlichem Maße bei Temperaturen von ca. 30° C. statt — also bei Temperaturen, die als optimale Lebenstemperaturen gelten.

2. Durch diese Behandlungsweise erhält man immer außer wasserunlöslichen auch solche Lipoide, die im Wasser kristallklar löslich sind. Dabei ist die Temperatur insofern maßgebend, als bei gewöhnlichen Temperaturen bis ca. 20—25° C. nur wasserlösliche, bei Temperaturen von ca. 30° C. dagegen außerdem wasserunlösliche austreten.

Hiermit sind die experimentellen Bedingungen für eine Extraktion der Zellipoide in ganz intaktem oder „vitalem" Zustand gegeben.

Folgendes Beispiel sei erwähnt: Legt man 0,5 cm dicke und genügend mit kaltem Leitungswasser gereinigte Scheiben einer roten Rübe in destilliertes Wasser und setzt man dann das Versuchsgefäß in einen Thermostaten bei 28—30° C. hinein, so wird das Wasser schon innerhalb 24—30 Stunden stark weißwolkig. Gleichzeitig geben aber die Scheiben keine oder höchstens nur geringe Spuren von roten Farbstoffen an das Wasser ab und bewahren auch ihre volle Turgeszenz — d. h. ihr Zelleben bleibt ungestört. Die weißen Wolken in dem Wasser sind nun nicht Bakterienansammlungen, sondern reichliche Mengen von wasserunlöslichen Lipoiden. Sie werden augenblicklich durch Bleizucker gefällt, und nach der Absetzung der Fällung ist das überstehende Wasser wieder ganz kristallklar.

Setzt man nun aber die Behandlung fort, so fangen sukzessive auch Farbstoffe hinauszutreten und die Scheiben weich zu werden an, d. h. das Leben der Zellen wird jetzt gefährdet.

Dieser kritische Zustand ist aber ganz reversibel, wenn er sich nicht zu lange geltend macht. Denn wäscht man nun solche Scheiben vorsichtig mit kaltem Leitungswasser ab und hält sie dann in solchem Wasser bei niedrigeren Temperaturen von z. B. 10—15° C., so werden sie wieder völlig turgeszent und das Wasser hält sich ganz farblos und kristallklar.

Will man daher nur Lipoide aus nur lebenden Zellen der roten Rübe haben, so bricht man also nur den Versuch ab, ehe das Wasser anfängt sich rot zu färben.

Und will man nur wasserlösliche Lipoide haben, so hält man nur die Temperatur niedrig. Tagelang halten sich dann die Scheiben turgeszent und bleibt das Wasser klar[1]) und farblos. Fügt man aber Bleizucker hinzu, so bekommt man auch hier alsbald einen Niederschlag von Lipoiden.

Ganz so wie rote Rübenscheiben verhielten sich nun auch alle die anderen Objekte, die ich bis jetzt untersucht und auf gut Glück gewählt habe. So Markgewebe der Blattstiele von der weißen Rübe, Epidermisgewebe der Zwiebelschuppen von *Allium Cepa*, Speichergewebe aus dem Innern von Kartoffeln, Pollenkörner von *Alnus incana*, Keimwurzeln von *Vicia Faba* und *Ricinus communis* und ungekeimte Erbsen.

Meinen bisherigen Analyseresultaten gemäß werden Eiweißstoffe in keiner Form, weder als freie noch als Lipoid-Eiweißverbindungen, mit den Lipoiden zusammen ausgeschieden. In das destillierte Wasser traten nur Lipoide mit folgenden bemerkenswerten Eigenschaften heraus:

1. Außer geringeren Mengen von phytosterinartigen Stoffen bestanden sie aus stickstoffhaltigen Phosphatiden — ob immer? —, die teils wasserlöslich, teils wasserunlöslich, durch Bleizucker teils fällbar, teils nicht fällbar und endlich in 96%igen Alkohol teils löslich, teils unlöslich waren.

2. Unter den wasserlöslichen sowohl als unter den wasserunlöslichen befinden sich solche, deren Moleküle Zucker und Aschenbestandteile — besonders Kalzium — als leicht abspaltbare Verbindungen führten. Und endlich

3. enthielten sie sowohl flüssige als feste Fettsäuren, die durchgehends sehr leicht — schon bei 30—50° C. — schmelzen, und zum Teil auch stark autooxydabel und lichtempfindlich waren.

Durch das oben Genannte wird meine frühere Beobachtung, daß auch die Zellwände allerlei nicht kutisierter lebender Parenchymgewebe zu jeder Zeit von Lipoiden durchdrungen sind, zu einer Tatsache erhoben, mit der man künftig nolens volens zu rechnen hat[2]).

---

1) Kann höchstens etwas opalisierend werden.

2) Daß ich damals — s. Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. LIII, 1914, p. 558 bis 575 — fand, daß diese Lipoide außer aus Phytosterinen nur aus solchen Fettsäuren, wie die eben genannten, beständen, läßt sich durch die Behandlung der isolierten Zellwände mit kochendem salzsauren Alkohol erklären — s. l. c. p. 568.

Die austretenden Lipoide müssen nun indessen nicht allein von den Zellwänden, sondern auch von den anliegenden plasmatischen Grenzschichten stammen und hier für die Permeabilitätsverhältnisse der Zelle bestimmend sein; denn

1. werden Scheiben von der roten Rübe wiederholt mit destilliertem Wasser bei 30° C. behandelt, so treten jedesmal wieder neue Mengen von Lipoiden heraus; und mit einer derart fortgesetzten Lipoidausscheidung fangen auch die Zellfarbstoffe an auszutreten;

2. durch Metallionen hervorgerufene Änderungen in dem Vermögen der Lipoide aus den Zellen herauszutreten, gehen Hand in Hand mit mikroskopisch nachweisbaren Zustandsänderungen in den plasmatischen Grenzschichten und mit Permeabilitätsänderungen.

Dies haben mir zahlreiche Versuche mit ganzen Epidermisgeweben von der Innenseite der Zwiebelschuppen bei *Allium Cepa* und mit 6 × 4 cm großen und 0,5—1 cm dicken Scheiben von der roten Rübe in verschiedenen Salzlösungen gezeigt. Da die Resultate alle eindeutig sind, ist es genügend, hier nur einige der wichtigsten zu erwähnen. Diese sind auf Tafel III folgendermaßen illustriert: Zahlreiche Kreuze in den runden Kreisen hier bedeuten ein starkes Heraustreten von wasserunlöslichen Lipoiden, einzelne kleine Striche dagegen ein nur schwaches solches oder, daß die Lösung nur opaleszent wurde; eine dunkelgraue Farbe gibt ein starkes, eine hellgraue dagegen ein schwaches Heraustreten von Zellfarbstoffen an, und endlich bedeuten reine und ungefärbte Kreise, daß die Lösung ganz kristallklar und farblos blieb.

W. KOCH hat angegeben[1]), daß während in kolloidalen, wässerigen Lezithinlösungen Salze von einwertigen Kationen keine Fällung geben, eine solche alsbald durch Salze von zweiwertigen Kationen stattfindet; diese Fällung wird aber durch die einwertigen verhindert, wenn diese mit den zweiwertigen nach bestimmten Mengenverhältnissen in der Lösung zusammen sind.

Mit diesen Angaben zeigen meine Resultate eine so gute Übereinstimmung, daß es begründet ist, sie unten im Anschluß an jene zu erklären.

1. Lebende Epidermisgewebe der Zwiebelschuppen bei *Allium Cepa*.

Während bei 28—32° C. und in 45 Stunden die Gewebe in 0,01n-$MgCl_2$- oder besonders KCl-Lösungen so reichlich unlösliche Li-

1) In Zeitschrift f. physiolog. Chemie, 1902—3, Bd. 27, p. 118 flg.

poide abgaben, daß die Lösungen dabei stark weißwolkig wurden, Fig. 1 u. 3, so blieben 0,01n-$CaCl_2$-Lösungen ganz kristallklar, Fig. 2. In diesen schwachen Konzentrationen fällen also nur die Ca-Ionen, nicht die K- und Mg-Ionen, die peripheren unlöslichen Zellipoide.

Wurden nun aber dieselben Gewebe aus diesen Lösungen in resp. solche von 1n-Stärke übertragen, so blieben jetzt in 46 Stunden nicht allein die Ca-, sondern auch die Mg-Lösungen ganz kristallklar, und die K-Lösungen wurden nur opaleszent, Fig. 4—6. In dieser starken Konzentration fällen also auch die K- und Mg-Ionen die genannten Lipoide.

2. Lebende Scheiben von der roten Rübe (blutrote Sorte).

Bei 30° C. zeigten die Scheiben folgendes Verhalten: Während schon in 40 Stunden 0,01n KCl-Lösungen stark wolkig und blutrot wurden, Fig. 16—18, blieben 1n-KCl-Lösungen ganz farblos und wurden nur opaleszent, Fig. 15.u. 23. Das letztere war auch der Fall mit 1n-KCl-Lösungen, in welche Scheiben aus vorher stark wolkig und blutrot gewordenen 0,01n-KCl-Lösungen übertragen waren —; in den starken Lösungen hörte das Abgeben sowohl von Lipoiden als Farbstoffen alsbald auf, Fig. 16 u. 24. Auch 0,01n-$CaCl_2$-Lösungen wurden in 40 Stunden nur etwas opaleszent und nicht gefärbt, Fig. 19. Wurden aber nun die Scheiben aus diesen Lösungen in solche von 0,01n-KCl übertragen, so fingen sie hier an, bald ebensoviel unlösliche Lipoide und Farbstoffe abzugeben als Scheiben, die vorher nicht mit $CaCl_2$ in Berührung gewesen waren, Fig. 19, 27, 17 u. 25. Und ein solches Abgeben fand auch statt, wenn Scheiben umgekehrt aus 0,01n-KCl-Lösungen in solche von 0,01n-$CaCl_2$ gebracht wurden, Fig. 26 u. 18, und endlich auch in 0,01n-Lösungen von $CaCl_2$ und KCl in äquivalenten Mengen, Fig. 22.

Da *nun in diesen sämtlichen Versuchen das Austreten von Farbstoffen immer von einem vorausgehenden Austreten von unlöslichen Lipoiden bedingt* war, lassen sich die obigen Resultate so ausdrücken: Bei 30° C. *veranlassen K-Ionen in schwachen Konzentrationen von 0,01n ein reichliches Heraustreten von unlöslichen Lipoiden und* **damit auch eine große** *Permeabilität für die Zellfarbstoffe. In 1n-Konzentrationen wirken aber dieselben Ionen ganz entgegengesetzt; sie fällen dann die genannten Lipoide und machen damit auch die Zellen für ihre Farbstoffe* **ganz impermeabel.** *Ganz so wirken auch Ca-Ionen selbst*

in 0,01n-Konzentrationen. Dann müssen sie aber in der Lösung allein zugegen sein; denn treten K-Ionen in äquivalenten Mengen hinzu, so hindern sie diese Fällung durch die Ca-Ionen und schaffen damit auch Bedingungen für Permeabilität.

Bei gewöhnlichen Temperaturen von z. B. 6—16° C. war aber die Wirkungsweise der K- und Ca-Ionen in sämtlichen genannten Lösungen eine ganz abweichende; überall blieben nämlich die Lösungen hier *ganz kristallklar und farblos*, Fig. 7—11 und 13—14. Die Erklärung dieser Erscheinungen wird eine für die Zellphysiologie hochwichtige Aufgabe sein; in erster Linie hängen sie wohl mit den Schmelzpunkten der in den erwähnten Lipoiden enthaltenen Fettsäuren zusammen.

Auch die Wirkungsweise der Ca-Ionen in 1n-$CaCl_2$-Lösungen war sowohl bei 6—16° als bei 30° C. eine ganz besondere. Denn zwar fällten sie wie in den Allium-Versuchen die unlöslichen peripheren Zellipoide total, so daß sich die Lösung unter allen Umständen tagelang ganz kristallklar hielt; diese Fällung mußte aber doch eine andersartige sein, als diejenige durch K-Ionen in derselben Konzentration oder durch Ca-Ionen in 0,01n-Lösungen; es müßten sich im Fällungsmomente kleine, sich aber bald wieder schließende Interstitien in den gefällten Lipoidschichten gebildet haben, durch welche anfangs eine kleine, bald begrenzte Menge Farbstoffe heraustreten könnte; denn die kristallklare Lösung nahm immer eine bleichrote Farbe an, die sich aber nicht mit der Versuchszeit mehrte, Fig. 12, 20 und 28.

Waren nun aber in solchen 1n-$CaCl_2$-Lösungen gleichzeitig K-Ionen in äquivalenten Mengen zugegen, so fand sowohl bei 30° als bei 6—16° C. folgende interessante gegenseitige Beeinflussung der beiden Ionenarten mit Bezug auf ihre spezifische Wirkungsweise statt: Die Lösungen wurden nicht opaleszent, wie reine 1n-KCl-Lösungen, sondern blieben kristallklar, und sie wurden nicht bleichrot, wie reine 1n-$CaCl_2$-Lösungen, sondern hielten sich ganz farblos, Fig. 13, 21 und 29 vergl. mit 12, 15, 20, 23 und 28.

Die genannten, durch K-Ionen in 0,01n-KCl-Lösungen bei 30° C. hervorgerufenen Zustandsänderungen in den peripheren Lipoidschichten der Zellen, waren indessen ganz reversibel. Denn wurden die Scheiben aus solchen Lösungen, die sie während einer 70stündigen Versuchszeit stark weißwolkig und blutrot gemacht hatten — Fig. 25—27 —, mit kaltem Leitungswasser gewaschen

und dann in solches übertragen, so gaben sie hier in 44 Std. bei 6—15° C. auch keine Spur mehr von unlöslichen Lipoiden und Farbstoffen ab — das Wasser blieb ganz klar und farblos — Fig. 32—34.

Wurden aber die Scheiben aus den 1n-Lösungen, in der sie immer plasmolysiert wurden, in kaltes Leitungswasser übertragen, so gaben sie hier alsbald ihren Farbstoffinhalt an das Wasser ab. Dies war ja zu erwarten; bemerkenswert war aber, daß unlösliche Lipoide niemals den Farbstoff herausbegleiteten — das blutrote Wasser war immer ganz kristallklar — Fig. 30—31 und 35—36. Die Lipoide mußten also wirklich in diesen Lösungen festgelegt oder gefällt worden sein, so wie wir es auch oben im Anschluß an KOOHs Angaben angenommen haben.

Das Obige führt unwillkürlich zu folgenden, weiter zu prüfenden Schlüssen:

1. daß die plasmatischen Grenzschichten der Zellkörper ein ausschließlich lipoidkolloides System darstellen, dessen halbflüssige Dispersionsmittel aus in Wasser unlöslichen, aber kolloid schwellbaren, dessen disperse Phase aber von in Wasser löslichen Lipoiden (ob immer Phosphatiden?) bestehe,

2. daß diese Grenzschichten mit ihren sämtlichen Lipoiden die anliegenden Zellwände überall — nicht nur mittels Plasmodesmen[1]) — durchdringen und so mit diesen intim verbunden sind, und endlich

3. daß deshalb die Zellwände aller lebenden Zellen ein kolloidales Netzwerk darstellen, dessen festes Gerüst aus Zellulose und Hemizellulosen gebildet ist, dessen Maschen aber die Lipoide der plasmatischen Grenzschichten enthalten.

In voller Übereinstimmung mit diesen Schlüssen sind nun auch folgende Bilder, die ich bei ultramikroskopischer Beobachtung an mit 1n-KCl und 1n-$CaCl_2$ plasmolysierten Epidermiszellen der Zwiebelschuppen bei *Allium Cepa* erhielt.

Während in unseren Versuchen die Fällung der peripheren Zellipoide durch K-Ionen in 1n-Konzentration augenscheinlich eine diffuse und visköse war — die Lösungen wurden opaleszent —, mußte diejenige durch Ca-Ionen dagegen eine feste und harte ge-

1) Cfr. die Versuche mit Epidermiszellen der Zwiebelschuppen bei *Allium Cepa*, die nach außen nicht Poren mit Plasmodesmen führen.

wesen sein — die Lösungen blieben kristallklar. Die Zellkörper mußten sich daher — wenn die obigen Voraussetzungen richtig waren — bei Plasmolyse durch 1n-KCl unter Bildung einer nicht scharf begrenzten, sondern mit den Zellwänden überall in visköser Verbindung stehenden, durch Plasmolyse durch 1n-$CaCl_2$ dagegen unter Bildung einer festen, scharf und glatt begrenzten Oberfläche zusammenziehen.

Die Fig. 1 u. 2 auf Taf. IV zeigen, daß dies auch tatsächlich der Fall war. Sie sind nach ultramikrophotographischen[1]) Aufnahmen durch ein großes Mikroskop von ZEISS reproduziert. Fig. 1[2]) zeigt die Plasmolyse durch 1n KCl; die kontrahierten Zellkörper werden von einem ununterbrochenen Saume aus einer im *Dunkelfelde stark leuchtenden, körnigen Masse begrenzt, die durch* zahllose feine, visköse und leuchtende Drähte überall mit den Zellwänden verbunden ist[3]). Fig. 2[4]) zeigt die Plasmolyse durch 1n-$CaCl_2$. Die Oberfläche des kontrahierten Zellkörpers ist auch hier von einem ununterbrochenen, leuchtenden Saume begrenzt, der aber hier nach außen glatt und scharf begrenzt ist und ganz einer erstarrten Kruste ähnelt.

Für die Richtigkeit derjenigen Auffassungen, daß die plasmatischen Grenzschichten aus Eiweißstoffen allein, oder aus solchen und Lipoiden in mosaikartiger Anordnung, oder endlich aus Lipoid-Eiweißverbindungen bestehen, sprechen meine bisherigen Versuche nicht. Denn wären Eiweißstoffe überhaupt in den Grenzschichten zugegen gewesen, müßten sie die Zellwände ebenso leicht wie die großen unlöslichen Lipoidmoleküle haben passieren können. Wie erwähnt, gelang es mir aber nie Eiweißstoffe in irgendeiner Form in meinen Lipoidextrakten nachzuweisen.

Dagegen unterstützen meine Resultate OVERTONs Theorie von einer reinen Lipoidnatur der plasmatischen Grenzschichten in bester Weise und geben ihr auch die Erweiterung, die notwendig ist, um durch sie auch die Aufnahme von nicht lipoidlöslichen Nahrungs-

1) Das ultramikroskopische Bild wurde durch Parabolloidkondensor und ZEISS' apochrom. homog. Immers. X ermittelt.

2) Vergr. Comp. Ocul 12, homog. Immers X. Cameraauszug 20 cm.

3) Daß bei vorsichtig vorgenommener Plasmolyse der Zellkörper sich nicht mit glatter Oberfläche, so wie es noch jetzt allgemein angenommen wird, sondern in der hier angegebenen Weise zusammenzieht, darauf haben schon früher verschiedene Forscher ausdrücklich, aber wie es scheint vergebens, aufmerksam gemacht. So besonders PRINGSHEIM (schon 1854), CHODAT und BOUBIER und in der neuesten Zeit HECHT (1912).

4) Vergr. wie bei Fig. 1.

stoffen erklären zu können. Denn durch die nachgewiesenen wasserlöslichen Lipoide muß die Aufnahme von hinreichenden Mengen Wasser in die Zellen genügend schnell erfolgen können, und da sowohl unter den wasserlöslichen als unter den unlöslichen Lipoiden solche auftreten, die Zucker und Aschenbestandteile in ihren Molekülen als offenbar leicht abspaltbare Verbindungen führen, so wird auch die Aufnahme dieser wichtigen Nahrungsstoffe leicht erklärbar.

Nach dem Obigen müssen indessen auch die Zellwände durch ihren Gehalt an eben denselben Lipoiden als regulierender Faktor bei der Stoffaufnahme mitbeteiligt sein. Die herrschende Ansicht, daß die Zellwände eine solche Funktion nicht haben können, bezieht sich bekanntlich darauf, daß bei Plasmolyse das Plasmolytikum alsbald die Zellwände durchdringt und erst an dem sich kontrahierenden Zellkörper Halt macht. Das ist aber ein abnormes Verhalten; denn durch die hypertonische Salzlösung werden ja unseren Versuchen zufolge die Wandlipoide alsbald gefällt, wodurch sich in den Wänden offene Räume bilden müssen (s. p. 387 Pkt. 3), durch welche *nun das Plasmolytikum ungehindert in die Zelle hineinströmt.*

Überhaupt wird uns nach dem Obigen die plasmolytische Methode als Grundlage für Studien über Permeabilitätsfragen — wie fein sie auch ausgearbeitet ist — keinen Aufschluß darüber geben können, wie sich die Zellen unter normalen Bedingungen in der genannten Hinsicht verhalten. Denn wenn das Plasmolytikum in der eben genannten Weise die Zellwände leicht durchdrungen hat, kommt es in direkte Berührung mit den Lipoiden der plasmatischen Grenzschichten; dabei werden aber auch diese gefällt und bilden eine „Haptogen"- oder Fällungsmembran, die normal nicht da ist und auch ganz andere diosmotische Eigenschaften haben muß als Lipoidschichten, die von solchen unnatürlich hohen Salzkonzentrationen nicht beeinflußt worden sind. Dies geht mit Evidenz aus unseren Versuchen hervor (s. Taf. III).

Soll Wasser durch die peripheren Lipoidschichten in die Zelle aufgenommen werden können, müssen die Lipoide hier nicht solche Verbindungen eingehen, die in Wasser nicht schwellbar sind. Solche Erscheinungen können meine früheren Befunde (s. p. 380) erklären, daß, während die lipoidfällenden Ca-Ionen für die Wasserversorgung der Pflanze ungünstig, die nicht lipoidfällenden K-Ionen dagegen günstig sind (cfr. die Vers. mit 0,01n, $CaCl_2$ und KCl).

Und wenn kalkfliehende Pflanzen auf kalkreichen Böden nicht gedeihen, hat dies vielleicht darin seinen Grund, daß Kalzium leicht das Kalium aus seinen Verbindungen mit den Lipoiden der plasmatischen Grenzschichten verdrängt und so eine hinreichende Aufnahme sowohl von diesem Metalle als von Wasser in die Zellen hindert.

Endlich sind es sicherlich auch besondere Reaktionen der peripheren Zellipoide mit der Umgebung, die dem früher von mir nachgewiesenen Verhalten zugrunde liegen (s. oben p. 380), daß, während K-, Na- und Mg-Salze immer die Zellwände und die plasmatischen Grenzschichten junger Wurzeln zur Auflösung bringen, geben die lipoidfällenden Ca-Salze immer feste und normal ausgebildete Zelloberflächen.

Daß es, wie erwähnt, sowohl unter den wasserlöslichen als unter den unlöslichen peripheren Zellipoiden auch solche gibt, die zuckerführend sind, muß ferner für Bildung und Wachstum der Zellwände von großer Bedeutung sein. Denn dieser Zucker wird ja direkt an der Stelle als Material für die Zellulose und Hemizellulosen der Wände abgegeben werden können, nicht erst aus dem Zellinnern geholt werden müssen. Beim Flächenwachstum der Zellwände durch Intussuszeption kann dann der Zucker der in den Wänden selbst enthaltenen Lipoide, bei ihrem Dickenwachstum durch Apposition dagegen derjenige der Lipoide in den plasmatischen Grenzschichten benutzt werden. In dieser Weise läßt sich auch die bekannte Behauptung von N. PRINGSHEIM (1854), daß die „Hautschicht" sich direkt in Zellwand umwandeln kann, sowie die später mehrmals — in der neuesten Zeit besonders von HABERLANDT[1] — gemachte sehr interessante Beobachtung, daß Plasmolyse häufig Wandbildung direkt, d. h. ohne Beteiligung des Zellkernes, einleite, leicht erklären.

Höchstwahrscheinlich bestehen dann auch die lichtbrechenden Körner, die die Zellplatte in dem Spindelkörper eines geteilten Zellkernes bilden, aus Lipoiden, die Zucker führen und diesen als Baumaterial für die junge Zellwand abgeben. Ist dies so, dann muß also der Zellkern Lipoide enthalten; vielleicht wird sogar seine chromatische Substanz nicht von Nucleinstoffen, sondern von besonderen, artspezifischen Lipoiden gebildet? Mit einem solchen Gedanken ist es jedenfalls gut in Einklang zu bringen, wenn neuere Kernforschungen wiederholt gezeigt haben, daß sowohl bei

1) Zur Physiol. d. Zellteilung, III. u. IV. Mitteil. i. Sitzungsb. d. preuß. Akademie der Wissensch., XX. u. XXXIX, 1919.

Tieren als bei Pflanzen in der Telophase die genannte Substanz sich als eine Spirale an die Oberfläche des axilen achromatischen Teiles der Chromosomen ausscheidet und so eine große Oberflächenaktivität zu erkennen gibt; und sämtliche Reaktionen, auf die sich die allgemeine Annahme von Nucleinstoffen in den Chromosomen bezieht, können, wie mir scheint, ebenso gut, wenn nicht besser, für lipoide Substanzen passen.

Weiter scheint es mir sehr naheliegend, daran zu denken, ob nicht ein Zusammenhang zwischen Zustandsänderungen in den peripheren Lipoidschichten der Zellen und den Ruhezuständen der Pflanze — sowohl beim Eintreten als bei der natürlichen oder der künstlichen Aufhebung dieser durch narkotische Mittel, Warmwasser (cfr. meine Versuche bei 30° C.) usw. — bestehe?

Und endlich verdienen wohl auch die Fragen Aufmerksamkeit, ob nicht die plasmatischen Grenzschichten bei verschiedenen Pflanzen oder Organen auch artsspezifische Lipoide führen und ob nicht diese Schichten eben durch ihren Aufbau von diesen Substanzen, die ja für das tierische Nervensystem charakteristisch sind, auch als die reizperzipierenden Organe im Pflanzenkörper dienen?

Überhaupt wird es sich vielleicht zeigen, daß es außerordentlich reaktionsfähige Lipoide, nicht Proteinstoffe, sind, die den wesentlichen Teil des lebenden Substrates ausmachen.

Die weitere Bearbeitung und Prüfung meiner bisherigen Versuchsergebnisse und aller dieser Fragen behalte ich vorläufig meinem Institute vor.

Botanisches Institut d. landw. Hochschule Norwegens,
im Oktober 1919.

Erklärung der Tafeln III und IV im Text.

51. E. Heinricher: Ein Versuch Samen, allenfalls Pflanzen, aus der Kreuzung einer Laubholzmistel mit der Tannenmistel zu gewinnen.

(Eingegangen am 22. Oktober 1919.)

Schon in meiner Abhandlung „Experimentelle Beiträge zur Frage nach den Rassen und der Rassenbildung der Mistel“[1]) habe ich auf das Interesse hingewiesen, das ein solcher Kreuzungsversuch hätte. Ich sagte S. 260: „Zu prüfen, wie sich aus einer Kreuzung zweier Mistelrassen hervorgegangene Keime bei Aussaat auf die gewohnten Wirtbäume der beiden Rassen verhalten würden, wäre überhaupt ein recht interessanter, allerdings etwas schwer zu realisierender und jedenfalls auch langwieriger Versuch. Es ist doch kaum zu bezweifeln, daß eine, sagen wir weibliche Kiefernmistel, sich mit Pollen einer Apfelmistel (Laubholz) bestäuben ließe und keimfähige Samen ergäbe. Wie verhielten sich nun diese, wenn ihre Aufzucht auf Kiefer und Apfelbaum erfolgte?“

Da in unserem Garten, herrührend von meinen langjährigen Mistelstudien, zahlreiche Misteltrager, teils in den biologischen Gruppen, teils im System, teils im Versuchsabteil vorhanden sind[2]), war es mir verhältnismäßig leicht, einen solchen Versuch auszuführen. Ich unternahm ihn im Frühjahre 1916. Wie der Titel sagt, wurde eine Laubholzmistel mit einer Tannenmistel gekreuzt. Die erstere war ein weiblicher Stock, der sich im System auf *Crataegus Oxyacantha* befindet; bestäubt wurde er mit dem Pollen einer männlichen Tannenmistel. Die biologischen Gruppen enthielten solche sowohl auf *Abies pectinata* als auf *A. Nordmanniana*.

In den ersten Februartagen wurden mehrere auf dem *Crataegus* stehende Mistelbüsche entfernt, zwei weibliche und ein männlicher aber belassen. Die männliche und die kleinere weibliche Pflanze wurden ganz in Straminbeutel gesteckt. Diese weibliche Pflanze saß ziemlich tief am Stamme des Weißdorns, entfernt von der männlichen. Dieser nahe stand der zweite, mächtige, weibliche

1) Centralbl. f. Bakteriologie, Parasitenkunde etc. II. Abt. 31. Bd., 1911.

2) Längs der Mauer am südl. Eingang des Gartens findet sich überdies eine Zusammenstellung seltenerer und seltener Misteltrager; auch einige, die bisher als solche nicht bekannt waren, sind dabei.

Busch. Auch an ihm wurde ein stärkerer Ast mit seinen Zweigen gesackt, der größte Teil dieses Stockes blieb aber ohne Hülle. Der untere weibliche Busch wurde vorübergehend am 4. März von der Hülle befreit und die künstliche Bestäubung zahlreicher Blüten mittels Tannen-Mistelpollens möglichst beschleunigt vollzogen, darauf der Busch wieder in die Hülle gesteckt.

Am gesackten Teilstück des oberen weiblichen Busches unterblieb eine künstliche Bestäubung. Ich stellte mir eben die Frage ob an dem vom Insektenbesuch ausgeschlossenen Teil dieses Busches tatsächlich jede Fruchtentwicklung ausbleiben würde. Nur in dem Falle wäre volle Sicherheit erzielt gewesen, daß alle am unteren Busche entstehenden Früchte auch tatsächlich Kreuzungsprodukte seien. Diese Vorsichtsmaßregel war, wie der Erfolg zeigt, notwendig. Tatsächlich entwickelten sich auch am gesackten Teilstück des weiblichen Busches Beeren; am 15. September wurden 11 solche nachgewiesen. Allerdings trugen die nichtgesackten Teile des Busches viel reichlicher Beeren All das deutete wohl mit Sicherheit daraufhin, daß neben der Insektenblütigkeit auch Windblütigkeit bei der Mistel eine Rolle spielt. Ein zweiter im folgenden Jahre, speziell zur Prüfung dieser Frage, angestellter Versuch sprach überzeugend im gleichen Sinne. Darüber erschien vor kurzem eine besondere Abhandlung im 113. Bd. Heft 1 der Flora, auf die ich verweise.

Mit der Feststellung der teilweisen Windblütigkeit von *Viscum album* war in Bezug auf den beabsichtigten Versuch eine unangenehme Komplikation erwachsen. Es fehlte die volle Sicherheit, daß die am gesackt gewesenen Busche entstandenen Beeren wirklich das Ergebnis der künstlichen Bestäubung, also Bastardfrüchte, waren. Wenigstens ist der Einwurf berechtigt, daß auch hier eine oder die andere weibliche Blüte den Pollen von der oben am Weißdorn befindlichen männlichen Pflanze durch Luftströmungen zugeführt erhalten habe, die so entstandenen Beeren also nicht Bastardbeeren seien.

Ich glaubte indessen mit viel Wahrscheinlichkeit aus dem Ergebnis des durchgeführten Versuches schließen zu können, daß die im gesackten Busche erwachsenen Beeren doch Bastard-Natur hatten und will einen solchen indirekten Beweis durch Schilderung des Versuchsergebnisses zu führen trachten. Auch ist zu erwägen, daß am oberen weiblichen Busch, mit dem gesackten Zweige, die Bestäubung durch Luftströmungen wegen der unmittelbaren Nähe des männlichen Busches viel leichter erfolgen konnte, als bei der

räumlich doch weiter entfernten weiblichen Pflanze, welche die Bastardbeeren zu liefern hatte.

Es bleibt zu erwähnen, daß über dem *Crataegus*-Bäumchen auf *vier Pfählen ein provisorisches Dach errichtet* worden war, um das Naßwerden der Straminhülle und dann erfolgendes enges Anlegen derselben um den Mistelbusch auszuschließen. Die Bedachung wurde erst entfernt, nachdem am 11. April die Straminhüllen abgenommen worden waren. Zu dieser Zeit hatten 1916 bei uns die Misteln schon lange abgeblüht[1]).

Ich erntete von der künstlich bestäubten weiblichen Pflanze 44 Beeren, von denen einige etwas gering aussahen.

Mit dem Samen der 44 Beeren wurden nun am 14. Dez. 1916 besiedelt:

A. Eine Tanne (*A. pectinata*); ein kräftiger, junger Baum wurde in Manneshöhe entgipfelt, und auf die Äste des obersten verbliebenen Astwirtels die Aussaat von 30 Samen vorgenommen.

B. Der Rest, 14 Samen, im allgemeinen die der schwächeren Beeren, wurde auf die Zweige eines Apfelbäumchens ausgelegt. Die geringere Zahl der Samen und zugleich die schwächeren wurden für B bestimmt, mit Rücksicht auf die Leichtigkeit, mit der im allgemeinen Mistelkeime auf Apfelbäumen fußfassen.

Sowohl Tanne als Apfelbäumchen wurden über Winter von obenher überdacht, damit kein Verschwemmen ausgelegter Samen durch Niederschläge erfolge. Erst im Mai 1917 ließ ich die Bedachung fallen.

Über die 1917 vorgenommenen und bis 29. 3. 1918 fortgesetzten Revisionen liegen folgende Aufzeichnungen vor:

28. April 1917. Auf A Samen keimend, zumeist gut. Auf B *mehrere keimende Samen*, aber auch einige eingetrocknete.

---

1) Blühzeit, Beerenreife und Keimung sind bei der Mistel in hohem Grade von der Lage des Standortes, den klimatischen und Witterungsverhältnissen abhängig und schwankend. Blühen und Keimung können bei uns schon im Februar eintreten, verzögern sich aber auch bis in den April. Bei sonniger Exposition und warmem Wetter ist die Beerenreife oft schon am Beginn des Oktobers erreicht. Bei schattiger Lage an einer Mauer fand ich in unserem Garten die Beeren noch im Frühling unreif, zum Teil tiefgrün gefärbt, vor. Mangel von Besonnung bei Büschen, die mehr versteckt in der Krone stehen, wirkt ähnlich. Auch keimen an solchem Orte, z. B. an Coniferen, ausgelegte Mistelsamen infolge des ungenügenden Lichtzutrittes gar nicht.

24. Mai 1917. Auf A und B Keimlinge in gutem Zustande.

14. Dezember 1917. Auf den 5 belegten Ästen von A, je einen Samen mit lebendem Keim vorgefunden. 2 Samen hatten 2 Keimlinge, 3 einen. Einer der letzteren hatte die Haftscheibe in der Luft, nicht dem Wirtaste anliegend. Auf B nur auf einem Aste noch ein lebender Keim, abgestorbene haften noch mehrere an den Ästen.

29. März 1918. Sowohl auf A als auf B kein lebender Keim mehr.

Das Ergebnis war ein vollständig negatives, es erwuchs weder auf der Tanne aus den 30 ausgelegten Samen eine Mistelpflanze, noch auf dem Apfelbäumchen aus den 14 Samen. Gerade das völlige Scheitern des Versuches und speziell das Versagen aller 14 Samen auf dem Apfelbäumchen spricht, wie mir scheint, einigermaßen für die Bastardnatur der verwendeten Samen. Ist doch der Apfelbaum das günstigste Substrat für die Entwickelung von Laubholzmisteln. Bei meinen vielen Versuchen, bei denen in der Regel die Infektion mit 30 Mistelsamen vorgenommen wurde, kamen, wenn ich sie statistisch prüfe, zumeist auf 30 Samen 20 bis 24 Pflanzen zur Entwicklung oder es gaben 66—80% der Samen Pflanzen. Nur in 2 Fällen erhielt ich auf 30 Samen nur je 2 Pflanzen oder prozentisch, 6% der Samen gaben Pflanzen. Die letzteren Fälle betrafen aber einmal die Aussaat der Samen einer Wallnuß-Mistel auf Apfel, das andere Mal die Samen einer Weidenmistel. Ich war anfänglich der Auffassung, daß der geringe Erfolg dieser Aussaaten mit der Rassenfrage, Spezialisierung durch Gewöhnung, zusammenhängen könnte, bin aber später zu einer wahrscheinlich richtigeren Deutung gekommen. Sowohl die Walnußmistel-Samen als die der Weidenmistel sind mir von auswärts zugekommen, waren verpackt dem Lichte entzogen und dies wahrscheinlich durch mehrere Tage. Nachdem ich durch eigens angestellte Versuche die schädigende Wirkung des Lichtentzuges auf das Keimvermögen der Mistelsamen genau untersucht habe, sind die erwähnten beiden geringen Erfolge wahrscheinlich auf die Schädigung der verwendeten Samen durch Verdunkelung zurückzuführen.

Gegenüber den 20—24 Pflanzen, die 30 Samen von Laubholzmisteln auf den Apfelbaum durchschnittlich ergaben, müßte man also bei 14 Samen auf etwa 10—12 Pflanzen hoffen, und wenn auch in unserem Falle zugestanden wird, daß wie erwähnt einzelne der Samen schwächlichen Beeren entstammten und einige ungekeimt

eintrockneten, so wäre das Aufkommen, wenn schon nicht von 10—12 Pflanzen, so doch von 1—3 zu erwarten gewesen. Am völligen Versagen scheint mir also das „Bastardblut" der Keime Schuld zu sein.

Das Versagen der 30 auf der Tanne ausgelegten Samen wäre dann in gleicher Weise einzuschätzen. Der Bastard-Same verriet nicht die Fähigkeit leichter die Besiedelung der Tanne vorzunehmen als reiner Laubholzmistelsamen. Mit Tannenmistelsamen belegte Tannen ergaben bei Verwendung von 30 Samen auf *Abies pectinata* 5, auf *Abies Nordmanniana* 8, 16, 2, 6 Pflanzen, auf *Abies balsamea* 3 und 5, auf *Abies amabilis* 6, auf *Abies concolor* 5 Pflanzen. Oder von 30 Samen gaben auf Abies-Arten 6—53 % Pflanzen; als Mittel von 9 Versuchen 6 Pflanzen 20 %) auf 30 Samen. Ein stärkerer Einfluß des Tannen-Pollens in den Bastard-Samen ließe also wenigstens das Aufkommen von einer oder der anderen Pflanze auf der Tanne erwarten. Es verhielt sich aber der Bastard-Same gerade so, als ob reiner Laubholzmistelsame verwendet worden wäre. In allen solchen Versuchen war ebenfalls nie eine Pflanze erstanden.

Nach dem Ausfall des geschilderten Versuches wäre also durch die Bastardierung keine merkbare Erleichterung für den Übergang von Laubholzmisteln auf Nadelhölzer und umgekehrt von Kiefern- oder Tannen-Misteln auf Laubhölzer gewonnen. Freilich ist der eine Versuch nicht entscheidend und wäre die Wiederholung ähnlicher Versuche und womöglich mit reicherem Material von Bastardbeeren wünschenswert. Auch gewänne der Versuch an Anschaulichkeit, wenn gleichzeitig die Parallelversuche mit reinen Laubholzmistelsamen auf Conifere und Laubholz und mit reinem Nadelholzmistelsamen (der betreffenden Rasse) auf Nadelholz und Laubholz vor sich gehen würden.

Allerdings ist ja der Beweis, daß eine absolute Scheidung der 3 Mistelrassen: Laubholz-, Kiefern- und Tannenmistel nicht gegeben ist (was ja zu erwarten war und mit der Vorstellung, wie man sich das Zustandekommen dieser Rassen denken mußte übereinstimmt) schon erbracht worden. Meine eigenen zahlreichen Versuche, die ich noch nicht zu veröffentlichen Muße fand, haben allerdings nur andeutungsweise den Erfolg gebracht, daß ausnahmsweise ein Übergang der einen Rasse auf die Wirtbäume der andern Rassen erfolgen kann. So erwuchsen aus je

1) Die Zahl solcher Pflanzen hat sich in der Folge noch vermehrt

30 auf Zirbel-Kiefern (*Pinus cembra*) im Herbste 1910 ausgelegten Samen der Kiefern-Mistel schon bis 3. XI. 1913 beblätterte Keimpflanzen in der Anzahl von: 3, 3, 4 und 6[1]) und es ergab sich, daß die Zirbel, die bishin als Mistelträger nicht bekannt war, recht willig die Kiefernmistel annimmt. Zwei gleichzeitig mit 30 Tannen-Mistelsamen belegte Zirbel-Kiefern ergaben aber keine beblätterten Mistelpflanzen, doch zeichneten sich die Mistelkeimlinge auf ihnen durch eine ungewöhnliche Langlebigkeit aus. Eine der Zirbeln, auf der 2 Mistelkeime lebten, starb zwar 1913 aus unbekannten Gründen ab, doch auf der zweiten lebten die Hypokotyle zweier Mistelkeime noch im Frühjahr 1918 und starben erst im Laufe dieses Jahres ab.

Ein zweiter ähnlicher Fall liegt, wie ich glaube, bei einem aus dem November 1911 stammenden Versuche vor. Eine mit 30 Tannen-Mistelsamen belegte *Larix japonica (leptolepis)* wies 1914 unterhalb eines Mistelkeimes eine recht bemerkbare Hypertrophie auf. 1915 hatte das Mistelpflänzchen ein Blatt entfaltet, 1916 war es im April blattlos, aber lebend. Im Juli des gleichen Jahres hatte sich aus der Haftscheibe ein Adventivsproß mit einem Blättchenpaar entwickelt, 1917 war er wieder eingegangen, aber das Pflänzchen lebte kümmerlich weiter. Im April 1919 war ein gelbliches altes Blatt vorhanden und wieder eine Adventivknospe mit einem chlorotischen Blättchenpaar in Bildung begriffen; zur Zeit (1X. 1919) trägt ein relativ kräftigerer Sproß ein grünes Blattpaar. Ich halte *Larix* der Gattung *Pinus* für systematisch näherstehend als die Gattung Abies und würde eine Larix-Mistel der Rasse der Kiefernmistel zurechnen.

v. TUBEUF hatte übrigens in dieser Richtung mehr Erfolg als ich. Zunächst gelang es ihm, den Übergang der Tannen-Mistel auf ein Laubholz, *Acer dasycarpum*, zu erzielen, wenn auch das 1911 2 Blätter tragende Pflänzchen 1912 abstarb[1]).

Auch vollzog sich der Übergand der Tannen-Mistel auf *Larix leptolepis* (*japonica*) in seinem Versuche erfolgreicher als in meinem, oben besprochenen. Er erzielte eine Pflanze, die 1911 2 Blätter, 1912 sehr schöne, breite vier Blätter trug[1]), sich auch später gedeihend weiter entwickelte, bis sie 1915 durch Wildverbiß vernichtet wurde. Von kräftigen auf *Larix leptolepis* erzogenen Kiefern-Misteln bringt v. TUBEUF 1917 sehr schöne Abbildungen[1]). Noch inter-

1) „Mistel-Infektionen zur Klärung der Rassenfrage". Vergleiche die beigefügte Tabelle über Infektionen in Freising (Centralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenkunde II. Abt., 36 Bd. 1912.)

essanter ist die v. TUBEUF geglückte Aufzucht der Kiefern-Mistel auf der Sahlweide, worüber er auf Tafeln VII — XI vortreffliche Bilder zur Anschauung bringt[1]).

In allen diesen Fällen handelt es sich um im allgemeinen sehr willige und günstige Misteltäger, wenn auch in erster Linie für die Misteln einer jeweils bestimmten Rasse (*Acer dasycarpum*, Salix-Arten für Laubholzmisteln). Auf solchen ist aber offenbar *auch die Entwickelung von Keimen einer andern Rasse am leichtesten* zu erzielen und ein so vollzogener Übergang mag uns den Werdegang einer neuen Rasse verständlicher erscheinen lassen. Eine große Rolle spielt nun allerdings ohne Zweifel auch die individuelle Disposition des Wirtbaumes. Mir z. B. ist trotz mehrfacher Aussaaten die Aufzucht der Kiefern-Mistel auf *Larix leptolepis* noch nicht gelungen, und auch weitere Infektionen des gleichen Baumes, an dem *ich* das *kümmerliche* Pflänzchen *einer* Tannenmistel, *von* dem die Rede war, erzog, mit bis 50 Samen der Tannenmistel, gaben später keinen weiteren Erfolg.

Innsbruck, Botanisches Institut, im Oktober 1919.

1) „Über die Begrenzung der Mistelrassen und die Disposition ihrer Wirtspflanze" Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, XXVII. Bd. (1917).

52. Hans Rasmuson: Genetische Untersuchungen in der Gattung Godetia.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 21. Oktober 1919.)

Im Jahre 1917 habe ich genetische Versuche mit verschiedenen Arten der Gattung *Godetia* angefangen und in diesem Jahre die F_2-Generation mehrerer Kreuzungen erzogen. Die Versuche beabsichtige ich wenigstens noch ein Jahr weiterzuführen und werde dann einen ausführlichen Bericht mit allen Einzelheiten und Zahlenangaben veröffentlichen. Hier teile ich deswegen nur die bis jetzt erhaltenen Hauptresultate mit. Das Material, das ich bei den Kreuzungen benutzt habe, stammte aus Samen, die ich von „Trädgårdsföreningen", Gothenburg, und von H. METTE, Quedlinburg, gekauft hatte.

G. Whitneyi.

Blütenfarbe.

1. Weiß × lila gab in F_1 alle lila und in F_2 Spaltung in lila und weiße etwa nach dem Verhältnis 3 : 1.

2. Rot, Basis hell (= weißlich oder lila) × lila gab in F_1 Spaltung in rote, Basis hell und lila, rot gefleckte.

a) Eine rote (mit heller Basis) F_1-Pflanze gab in F_2 rote und lila etwa im Verhältnis 3 : 1.

b) Eine lilafarbige, rot gefleckte F_1-Pflanze gab in F_2 rot gefleckte und nicht rot gefleckte Pflanzen, etwa im Verhältnis 3 : 1. Die Grundfarbe war entweder lila oder rosa-lila bis fast weiß, auch im Verhältnis 3 : 1. Die Spaltung war also eigentlich eine dihybride, und die Abweichung vom Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 war nicht groß.

3. Rot, Basis hell × rot, Basis und Seitenränder hell gab in F_1 alle rot, Basis und Seitenränder hell, und in F_2 Spaltung in rote, Basis und Seitenränder hell und rote, nur Basis hell etwa im Verhältnis 3 : 1.

4. Gelb × lila gab schon in F_1 Spaltung in gelbe und lila. Die gelben hatten den unteren Teil der Kronenblätter lilafarbig, nur die Ränder waren gelb. Eine lilafarbige F_1-Pflanze gab in

F_2 Spaltung in vier Typen: lila, weißliche, lila mit gelben Rändern und weißliche mit gelben Rändern, etwa im Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1. *Bei den gelben Pflanzen, sowohl P-, F_1- als auch F_2-Pflanzen,* waren die Kronenblätter oben stark faltig, wie sie es bei nichtgelben nie sind.

5. Rot, Basis hell × schwach lila, rot gefleckt gab schon in F_1 Spaltung in verschiedenen Typen, die entweder rot, nur Basis oder Basis und Seitenränder hell, oder rot gefleckt waren.

a) Eine F_1-Pflanze, die rot, Basis hell, war, gab in F_2 Spaltung in rote und rot gefleckte im Verhältnis 2 : 1. Die Zahlen können aber auch dem Verhältnis 3 : 1 entsprechen.

b) Eine F_1-Pflanze, die rot, Basis und Seitenränder hell, war, gab in F_2 Spaltung in mehrere Typen. Die roten waren dreimal so viel wie die helleren (lila bis weiße) Formen und unter den roten waren diejenigen mit heller Basis und hellen Seitenrändern viel zahlreicher als diejenigen mit nur heller Basis. Wahrscheinlich entsprechen die Zahlen auch hier dem Verhältnis 3 : 1. Auf die hellen Typen werde ich hier nicht näher eingehen. Es waren aber auch mehrere Pflanzen vorhanden, bei denen der distale Teil der Kronenblätter und besonders die Seitenränder mehr oder weniger stark gelb waren, während die Kronenblätter sonst rot oder hell waren. Bei allen war die Form der Blumenkrone verändert, wie unten näher erwähnt wird. Das Gen für diese gelbe Farbe scheint nur dann eine äußerlich sichtbare Wirkung zu haben, wenn es homozygotisch vorhanden ist, und vielleicht ist das Zusammenwirken zweier verschiedener Gene dazu nötig.

c) Eine rot gefleckte F_1-Pflanze gab in F_2 nur rot gefleckte Pflanzen, bei denen aber die Grundfarbe verschieden, entweder stark lila, schwach lila oder gelblich weiß, war. In dieser Beziehung war die Spaltung wahrscheinlich nach dem Verhältnis 1 : 2 : 1.

d) Eine andere rot gefleckte F_1-Pflanze gab in F_2 sowohl rot gefleckte als auch ungefleckte Individuen. Zuweilen war der Fleck sehr schwach. Die Pflanzen mit keinem oder sehr schwachem Fleck machten etwa ein Viertel der gesamten Pflanzen aus.

Aus diesen Resultaten geht hervor, daß lila über weiß, rot über lila, rot gefleckt über lila und rot über rot gefleckt dominiert. Rot, Basis und Seitenränder hell dominiert über rot, Basis hell, das Gen für diesen Typus scheint aber vorhanden sein zu müssen, damit das Gen

für jenen Typus eine äußerlich sichtbare Wirkung erhalte. Die gelbe Farbe tritt nur dann hervor, wenn das entsprechende Gen homozygotisch vorhanden ist.

Blütenform und -grösse.

Wie oben erwähnt wurde, haben die gelbblütigen Pflanzen eine andere Form der Kronenblätter als diejenigen Pflanzen, deren Blüten nicht gelb sind. Die gelben Teile sind mehr oder weniger faltig und nach innen gebogen, so daß die Blumenkrone, wenn sie noch nicht ganz offen ist, oft glockenförmig wird. Besonders stark ausgeprägt war diese Glockenform in der oben unter 5. b) erwähnten F_2-Generation, wo außerdem die meisten gelbblütigen Pflanzen kleinere Blüten als die übrigen Pflanzen hatten. Da aber einzelne gelbblütige Pflanzen Blüten gewöhnlicher Größe hatten und andererseits bei einigen Pflanzen mit anders gefärbten Blüten diese klein waren, ist es vielleicht nicht das Gen für gelbe Farbe selbst, das eine kleinere Blütengröße bewirkt. Das Herausspalten von kleinblütigen Formen kann dadurch zustande gekommen sein, daß in der F_1-Pflanze ein Gen für normale Blütengröße heterozygotisch vorhanden war. Wenn zwischen diesem Gen und dem Gen für gelbe Blütenfarbe partielle Repulsion stattfindet, müssen die meisten aber nicht alle gelbblütigen Pflanzen kleinblütig werden.

Blattcharaktere.

In bezug auf die Farbe der Blätter kommen verschiedene Typen vor. Bei einzelnen Pflanzen kann es schwer sein, den Typus zu bestimmen, hat man aber aus mehreren Individuen bestehende Nachkommenschaften von je einer selbstbestäubten Pflanze, so kann man oft die Verschiedenheiten sehr deutlich sehen Dies zeigt, daß diese Typen vererbbar sind. Zuweilen können aber auch die Geschwister verschieden sein. In einer F_2-Generation waren sowohl dunkelgrüne als auch hellgrüne Individuen vorhanden, die deutlich verschieden waren. Außerdem kamen aber intermediäre Formen vor, sodaß eine Klassifizierung unmöglich war. Eine genotypische Spaltung in bezug auf die Blattfarbe war aber sehr wahrscheinlich eingetreten.

In der Nachkommenschaft einer selbstbestäubten Pflanze kamen im Jahre 1918 mehrere buntblättrige Individuen vor. Bei diesen waren viele Blätter mehr oder weniger weiß oder gelb gefleckt, viele waren aber rein grün. Auch in diesem Jahre (1919) habe ich aus Samen derselben Pflanze mehrere buntblättrige

Pflanzen erhalten. In beiden Jahren machten sie mehr als ein Viertel der gesamten Pflanzen aus.

Auch in bezug auf die relative Blattbreite, d. h. das Verhältnis zwischen Breite und Länge der Blätter, kamen Verschiedenheiten und Spaltungen vor, die wahrscheinlich genotypischer Natur waren.

Verzweigung.

Je nachdem die Zweige weit voneinander oder dicht aneinander vom Hauptstamme ausgehen, wird der Typus der ganzen Pflanze verschieden. Wenn in letzterem Falle die Zweige zahlreich und von derselben Länge wie der Hauptstamm sind, wird die *Pflanze von einem dichten oft fast kugelförmigen Typus*, während sie im ersten Falle mehr oder wenig locker wird. Daß der dichte Typus vererbbar ist, geht daraus hervor, daß in den Nachkommenschaften einiger solcher selbstbefruchteter Pflanzen alle Individuen von diesem Typus waren. Außerdem habe ich solche Formen *unter den Nachkommen von Pflanzen von lockerem Typus erhalten.* In zwei solchen Fällen habe ich die Zahlen festgestellt und dabei gefunden, daß die lockeren etwa dreimal so viel wie die dichten waren. Der dichte Typus ist also eine Mendelsche Rezessive. Die lockeren können mehr oder wenig locker sein, und vielleicht *sind auch diese verschieden lockeren Typen*, die aber schwer abzugrenzen sind, genotypischer Natur.

G. amoena.

Blütenfarbe.

Eine Pflanze mit rosafarbigen, an der Basis und an der Mitte rot gefleckten Blüten wurde mit dem Pollen einer Pflanze mit rosafarbigen, aber nur an der Basis rot gefleckten Blüten unter gewöhnlichen Vorsichtsmaßnahmen bestäubt. Die F_1-Pflanzen waren alle rosafarbig und besaßen entweder nur den Fleck an der Basis, den ich Fleck B nenne, oder außerdem den Fleck an der Mitte, den ich Fleck A nenne.

a) Zwei F_1-Pflanzen mit nur dem Fleck B gaben in F_2 nur Pflanzen desselben Typus.

b) Zwei F_1-Pflanzen mit beiden Flecken gaben beide in F_2 drei Typen, die aber alle rosafarbige Blüten besaßen. Es waren Pflanzen mit nur dem Fleck A, solche mit beiden Flecken und solche mit nur dem Fleck B etwa im Verhältnis 1 : 2 : 1 vorhanden. Das Vorhandensein des Flecks A dominiert also über sein Fehlen und die Spaltung in F_2 ist in dieser Beziehung monohybrid. Dagegen ist die Vererbung des Flecks B nicht ganz klar. Vielleicht ist der Typus mit nur dem

Fleck A nur eine Modifikation, da der Fleck B beim Vorhandensein des Flecks A (aber nicht bei seiner Abwesenheit) stark geschwächt sein kann, und ich bei der Selbstbestäubung eines solchen Typus dieselben drei Typen wie nach der Selbstbestäubung einer *Pflanze* mit beiden Flecken erhielt. Die F_2-Resultate stimmen aber auch mit der Annahme einer absoluten Repulsion zwischen den Genen für die beiden Flecke überein. Dann müßten aber die Pflanzen mit nur dem Fleck A alle homozygotisch sein und nur ähnliche Nachkommen haben, was aber mit der oben erwähnten Tatsache nicht übereinstimmt, sofern ich nicht das Vorhandensein eines sehr schwachen Flecks B übersehen habe. Darüber wird aber hoffentlich die F_3-Generation entscheiden.

Unter den Nachkommen einer der oben unter b) erwähnten F_1-Pflanzen war auch ein Individuum mit zwei Sorten von Blüten, solche mit beiden Flecken und solche mit nur dem Fleck B. Die Verteilung der Blüten, die meistens an ein und demselben Zweig alle gleich waren, war derart, wie sie bei einer sektorialen Chimaera vorkommen würde.

Gefüllte Blüten.

Eine gefüllt-blütige Pflanze wurde mit dem Pollen einer Pflanze, an der alle Blüten einfach waren, bestäubt. Die F_1-Pflanzen waren alle mehr oder weniger stark gefüllt. In F_2 habe ich drei Typen von Pflanzen bekommen, solche, deren untersuchte Blüten alle einfach waren, solche, bei denen einige Blüten einfach, andere schwach gefüllt waren, und solche, bei denen alle Blüten mehr oder weniger gefüllt waren. Der letzte Typus kam in größter Menge vor. Ich vermute deshalb, daß die Spaltung monohybrid war und daß die Pflanzen mit sowohl einfachen als auch gefüllten Blüten eigentlich auf die beiden übrigen Gruppen zu verteilen sind. Danach würden zwei Rassen in diesem Material vorkommen, von denen die eine meistens einfache aber auch zuweilen gefüllte Blüten hat, während die andere fast immer stark gefüllte und nur selten einfache Blüten hat. Bei der Kreuzung würde die letztere, obgleich vielleicht nicht vollständig, dominieren. Damit stimmt überein, daß die meisten Nachkommen der einfachblütigen P-Pflanze einfache, einige aber auch schwach gefüllte Blüten hatten. Vielleicht sind aber die Verhältnisse komplizierter, was aber hoffentlich durch weitere Versuche klar gemacht werden wird.

Hilleshög, Landskrona, den 17. Oktober 1919.

53. Norbert Patschovsky: Zur Ernährungs- und Entwicklungsphysiologie von Chara fragilis Desv.

(Eingegangen am 28. Oktober 1919.)

I. Kulturverfahren.

Der Ausgangspunkt für die hier wiederzugebenden Untersuchungen war die Frage, ob Sproßstücke von *Chara*[1]) sich in Nährlösungen kultivieren lassen, wie dies sonst bei grünen Pflanzen möglich ist. Anfangs zog ich die Objekte in mittelweiten Reagenzgläsern an festgeklemmten Glaskapillaren oder zu beiden Seiten breiterer Glasstreifen, woran die Sproßstücke mittels paraffinierter Zwirnfäden befestigt waren. Später benutzte ich die für Akkumulatorenbatterien bekannten vierseitig-prismatischen Gläser mit 200 oder 400 ccm Inhalt. Die Pflänzchen wuchsen hier an einer mit Kork in senkrechter Lage befestigten Glasplatte, gehalten von einer paraffinierten Schnur, die um den unteren Teil der Glasplatte gewickelt war. An der dem Fenster des Zimmers zugewandten Seite der Glasplatte standen die Objekte — um auf den Geotropismus zu prüfen — in umgekehrter, an der dem Fenster abgewandten Seite in normaler aufrechter Stellung. Zur Kultur wurden verwendet Sproßstücke mit Gipfelvegetationspunkt, sowie interkalare Sproßteile mit jungen Seitentrieben, sämtlich derselben im Zimmer überwinterten Stammkultur entnommen. In allen Fällen wurden zu Beginn der Versuche die Endpunkte der Sproßstücke durch einen Tintenstrich am Glase bezeichnet, und im weiteren ist nach bestimmten Zeiten der Zuwachs auf dieselbe Weise vermerkt worden. Eine letzte Art der Versuchsanordnung bestand darin, die Sproßstücke in nährstofffreien Sandboden (mit HCl gewaschen) am Grunde zylindrischer Standgefäße einzustecken und die Nährlösung darüber zu schichten. Die dem Licht ausgesetzten Kulturen standen an einem Südfenster und waren während des Sommers durch einen vorgespannten Schirm aus Seidenpapier vor zu greller Besonnung geschützt. Die Versuche wurden gegen Mitte Februar 1919 begonnen und bis in den Frühherbst hinein fortgeführt.

1) Herr Prof. Dr. W. MIGULA in Eisenach hatte die große Liebenswürdigkeit, die verwendete Spezies — als *Ch. fragilis* Desv. — zu bestimmen.

Es sind folgende Nährlösungen verwendet worden:

1. KNOPsche Lösung (— 700 ccm einer 1 %igen Lösung in Leitungswasser[1]) enthielten 4 g $Ca(NO_3)_2$, sowie je 1 g KNO_3, KH_2PO_4, $MgSO_4$ —) in den Konzentrationen 1 ‰, 2 ‰, 4 ‰, 6 ‰, 8 ‰, 10 ‰; mit oder ohne Eisenzusatz[2]).

2. Eine Nährlösung von E. PRINGSHEIM (früher für Desmidiaceenkulturen benutzt) der Zusammensetzung: 2 % $Ca(NO_3)_2$; 0,1 % K_2HPO_4; 0,1 % $MgSO_4$; mit oder ohne Eisenzusatz. Mit gekochtem und filtriertem Leitungswasser verdünnt auf: 1,1 ‰; 2,2 ‰; 4,4 ‰; 6,6 ‰; 8,8 ‰; 11 ‰.

Die folgenden Lösungen enthalten die angegebenen Salzmengen in 100 ccm nicht gekochten Leitungswassers.

3. KNO_3 0,1 g; K_2HPO_4 0,02 g; $MgSO_4$ 0,01 g; Eisen.

4. $(NH_4)_2HPO_4$ 0,1 g; K_2HPO_4 0,02 g; $MgSO_4$ 0,01 g; Eisen.

5. KNO_2 0,1 g; K_2HPO_4 0,02 g; $MgSO_4$ 0,01 g; Eisen.

Zwecks Kontrolle wurden die drei Versuchsanordnungen gleichzeitig mit Leitungswasser (nicht gekocht oder gekocht und filtriert) hergestellt.

II. Wachstum.

Die unter 4 und 5 stehenden Nährlösungen führten zu einem entschieden negativen Ergebnis: Die Sproßspitzen sowie die interkalaren Sproßstücke sind nicht gewachsen, demgemäß fehlen bei den inversen Objekten geotropische Krümmungen. Nach 14 Tagen sind die Sproßspitzen unter Bräunung abgestorben, während die interkalaren Stücke nicht sichtlich geschädigt wurden. KNO_2 hat die Lebensfähigkeit stärker beeinträchtigt als $(NH_4)_2HPO_4$.

Die Nährlösungen 1 bis 3 ließen *die Objekte in stärkerem* oder schwächerem Grade zur Weiterentwicklung kommen. Die geeignete Stickstoffquelle ist also das Nitrat, das durch Nitrit oder Ammonsalz offenbar nicht ersetzbar ist. Die anfänglich in Reagenzgläsern vorgenommenen Versuche mit den Lösungen 1 und 2 geben ein Bild davon, wie die Konzentration die Entwicklung beeinflußt. Es läßt sich sagen, daß in den gewählten Grenzen (s. u.) das Wachstum mit steigender Konzentration allgemein abnimmt. Das gilt besonders für Lösung 1 (— 10 ‰ nach drei Wochen sogar tödlich), während 11 ‰ der Lösung 2 das Wachstum ermöglichten.

---

1) Leitungswasser mußte das nicht vorhandene giftfreie destillierte Wasser ersetzen.

2) Der Eisenzusatz bestand immer in 1 Tropfen der officin. Lösung von Fe_2Cl_6 zu 200 ccm der Nährlösung.

Zuwachs der *Chara*-Sproßspitzen in Nährlösung 1, vom 11. 2. bis 21. 3. 1919:

Konz.	2 ‰	4 ‰	6 ‰	8 ‰	10 ‰
mm	16	5,5	5	2	—

In den ungefähr entsprechend konzentrierten Lösungen nach 2 wuchsen die Objekte bei weitem rascher als es die Tabelle für 1 wiedergibt. Die Nährlösungen unterscheiden sich dadurch, daß im einen Falle (1) das Kaliumphosphat als primäres, im anderen Falle (2) als sekundäres Salz verwendet ist. Dieses ist also für das Gedeihen der *Chara* vorteilhafter.

Später (vom 12. 3. ab) kultivierte ich Sproßstücke in Akkumulator-Gläsern und verwendete 1 ‰ von Lösung 1, bzw. 1,1 ‰ von Lösung 2, beide mit Eisenzusatz. Bei diesen Konzentrationen ergaben sich diesmal keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Ergebnissen. Es ließ sich, was auch von Nährlösung *3* zu sagen ist, ein gewisser Längenzuwachs bei normal stehenden, sowie geo-phototropische Aufkrümmung (an den Internodien, nicht an den Knoten) bei invers gestellten Spitzenstücken erzielen. Ältere gipfellose (interkalare) Sproßstücke dagegen zeigten, worin übrigens alle meine Erfahrungen übereinstimmen, niemals Längenwachstum oder Reizkrümmung; an diesen sind vielmehr die Seitentriebe Träger der Weiterentwicklung.

Bei Kultur in Nährlösung in Verbindung mit Sandboden wuchsen die Pflänzchen in 2 ‰ KNOP sehr viel schlechter als in 2,2 ‰ der mit sekundärem Kaliphosphat bereiteten Lösung.

Alle Nährlösungen haben den gemeinsamen Nachteil, daß sie am Licht die Entwicklung einer unerwünschten Flora einfacherer Algen (Fadenalgen, Diatomeen usw.) begünstigen, wodurch die Charen allmählig völlig überwuchert werden und die Versuche einen erzwungenen Abschluß finden. Die Zusammensetzung der Nährlösungen wird hierbei in nicht kontrollierbarer Weise verändert. Die für *Chara* so günstige Lösung 2 ließ von allen Nährlösungen zugleich die dichteste Algenvegetation aufkommen.

Im Gegensatz zu der Kultur in Nährlösungen ist die Anzucht der Charenpflänzchen in Leitungswasser ohne merkliche Verunreinigungen ausführbar. Die Objekte wachsen bzw. krümmen sich geo- und phototropisch, und die Zuwachsgrößen stehen hinter den in Nährlösung erzielten Ziffern anfangs nicht zurück, übertreffen diese sogar bisweilen, was einem auf Nährstoffmangel be-

ruhenden Etiolement entsprechen dürfte. Das Wachstum kommt mit der Erschöpfung der spärlichen Nährstoffe im Leitungswasser schließlich zum Stillstand, wogegen dieser in Nährsalzkultur durch das Überwuchern der fremden Algen verursacht wird. In gewöhnlichem destilliertem Wasser dagegen starben Sproßstücke der *Chara* durch Giftwirkung nach wenigen Tagen ab.

III. Dunkeletiolement.

Neben diesen dem Tageslicht ausgesetzten Kulturen zog ich Charenpflänzchen bei völligem Lichtabschluß in einem Akkumulatorglas, das mit Nährlösung 2 (+ Eisen) in der Stärke 1,1°/$_{00}$ angefüllt war. Diese Dunkelkultur blieb von Fadenalgen usw. völlig rein. Längenwachstum bzw. geotropische Aufkrümmung sind hier bereits in den ersten Tagen sehr intensiv, wie dies als Erscheinung des Dunkeletiolements zu erwarten ist. Die Internodien werden sehr lang und blaß, die Wirtelblätter bleiben winzig. Die Pflänzchen ertragen die Dunkelheit bekanntlich sehr lange: noch nach 3 Monaten waren alle Objekte am Leben, und die Wirtelblätter sowie besonders die Gipfelknospen waren von Chlorophyll grün.

Von den Lichtkulturen unterscheidet sich diese Dunkelkultur vor allem durch die abweichende Entwicklungsrichtung, die von den Pflänzchen eingeschlagen wird. Ich erzielte unter diesen Bedingungen zwei Wuchsformen, die durch N. PRINGSHEIM (1863) als „nacktfüßige Zweige“ und „Zweigvorkeime“ bekannt geworden sind. Die ersten haben das Aussehen normaler Seitentriebe, weichen aber von solchen dadurch ab, daß die Berindung des ältesten (untersten) oder auch noch jüngerer Internodien reduziert ist, wodurch die Internodien denen von *Nitella* ähnlich werden. Reste bzw. Anfänge von Berindung sind an diesen Internodien ziemlich regelmäßig zu sehen. Die Zweigvorkeime, ein Rückschlag auf die Gestalt der Keimpflanzen, entstehen ebenfalls in den Knoten. Sie sind zarte blasse Fäden mit einer grünen Spitze, unterhalb deren sich kurze Blättchen und ein normaler Charensproß bilden.

PRINGSHEIM (1863, 317) erhielt die beiden Formen durch Kultivieren isolierter Sproßknoten. In Versuchen RICHTERs (1894, 412) bildeten sich nacktfüßige Zweige an abgeschnittenen Sprossen, von denen er die Spitze und sämtliche Seitenbildungen entfernt hatte; ebenso an Charensprossen, die er in horizontaler Lage mit Ausnahme ihrer vorderen Teile flach in ein Gemisch von Erde und Sand vergrub: an den bedeckten Wirteln (l. c. 411). RICHTER sieht die gemeinsame Bedingung für das Entstehen der nackt-

füßigen Zweige und Zweigvorkeime in der Entfernung oder Hemmung aller Sproßvegetationspunkte (l. c. 414).

In meiner Dunkelkultur sah ich zuerst auf Etiolement beruhende einfachere Ausfallerscheinungen der Berindung auftreten. Diese betreffen die primär gebildeten Seitentriebe an terminalen oder interkalaren Sproßstücken und sind in dem einen der näher untersuchten Fälle dadurch gekennzeichnet, daß das zweitälteste Internodium unter Zerreißen des Rindenmantels eine enorme Streckung erfahren hat, wodurch der Seitentrieb den Haupttrieb an Länge weit überragt (so sechs Wochen nach Beginn der Kultur). Das gestreckte rindenlose Internodium läßt die Reste der Berindung an seinem unteren und oberen Ende als grünen Besatz lebenden Gewebes erkennen, dessen Elemente noch im Zusammenhang sind oder sich vereinzeln und vom Internodium unter mannigfachen Torsionen abrollen. Das rindenlose Internodium trägt wie das erste (älteste) berindete einen Wirtel von kurzen und berindeten grünen Blättern, sowie ein wiederum berindetes die Gipfelknospe tragendes Internodium, dessen Rinde im unteren Teil etwas aufgelockert ist, nach oben aber noch fest geschlossen erscheint. Später erhob sich aus dem untersten Wirtel dieses Seitentriebs ein nacktfüßiger Zweig, der nicht durch Zerreißen fertig ausgebildeter Berindung so geworden, sondern bereits rindenlos entstanden war. Anfänge von Berindung sind daran als freie Lappen unter dem Gipfel sichtbar.

In einem anderen Falle etiolierte das unterste (älteste) Internodium des Seitenzweiges unter Sprengung des Rindenmantels, der Seitentrieb wurde im eigentlichen Wortsinne „nacktfüßig".

Drei Monate nach Kulturbeginn sah ich einen Seitentrieb, der aus zwei unberindeten Internodien, einem sie trennenden Knoten mit sehr kurzen, doch berindeten Blättchen und der Gipfelknospe bestand. Unter dem Blattwirtel sowie der Gipfelknospe freihängende Reste von Berindung. Im selben Wirtel war ein nachgeborener Zweig entstanden, der lediglich ein sehr langes und gänzlich rindenloses Internodium darstellt, das am Ende eine Gipfelknospe mit rindenlosen Blättchen trägt.

Dagegen behalten die Haupttriebe sehr lange ihre Berindung. Erst nach dreimonatlicher Kultur lockerte sich die Rinde in der Gipfelregion auf und begann zu zerreißen.

GOEBEL (1918, 364) erhielt unberindete Internodien dadurch, daß er abgeschnittene *Chara*sproßspitzen umgekehrt in den Schlamm steckte und etiolierend weiterwachsen ließ. Ich habe diese Versuchsanordnung wiederholt, jedoch nach siebenwöchentlichem Kulti-

vieren mit anderem Ergebnis: In der dem Gipfel folgenden etiolierten Sproßregion war die Rinde normal und vollständig erhalten; sie begann sich dagegen an älteren Internodien und Blättern zu lockern und abzulösen. An den Sproßknoten derselben Region hatten sich nacktfüßige Zweige gebildet (das älteste Internodium rindenlos, die etiolierten Blätter und folgenden Internodien berindet).

Zweigvorkeime bemerkte ich zuerst als negativ geotropische Fäden mit grüner Spitze an einem invers gestellten Charensproßstück mit Gipfel, zwei Monate nach Kulturbeginn. Später wuchsen sie auch aus einem normal stehenden Objekt hervor. Ich konnte die Zweigvorkeime bis zur Ausbildung der an ihnen entstehenden Sproßknospe weiterkultivieren.

Diese Erfahrungen lehren, daß Beseitigung oder Hemmung der Sproßvegetationspunkte für die Entstehung nacktfüßiger Zweige und Zweigvorkeime nicht als einzige Bedingung genannt werden können. In meinen Kulturen sind die Anomalien der Berindung als Begleiterscheinungen des Dunkeletiolements aufzufassen. Wo eine geschlossen ausgebildete Berindung gesprengt wird, ist die zwischen Internodialzelle und umschließender Berindung am Licht bestehende Wachstumskoordination zuungunsten der Rindenzellen aufgehoben. Diese können im Wachstum nicht mitfolgen, wodurch der normale Verband zwischen den vom oberen und unteren Knoten ausgehenden Rindenelementen gelöst wird; (das unterste Internodium jedes Seitentriebes erhält seinen Rindenmantel allein von dem oberen Knoten). Dort wo Seitentriebe mit einem von Anfang an rindenlosen Internodium beginnen, muß das Etiolement der Internodialzelle auf einem sehr frühen Stadium eingesetzt haben, so daß ein geschlossener Rindenmantel gar nicht zustande kommen konnte. Man wird weiter anzunehmen haben, daß die schlechten Ernährungsbedingungen bei Lichtabschluß hierfür richtunggebend sind. Zu diesem Ergebnis ist auch GOEBEL (1908, 208) gekommen, der *Chara foetida* in schwachem Licht und sehr nährstoffarmem Wasser kultivierte und so Ausfallen der Berindung erzielte[1]). Da meine Lichtkulturen, mit dem gleichen Vorrat an mineralischer Nahrung versehen, den für *Chara* normalen Aufbau zeigen, werden wir den Ausfall der Berindung in Dunkelkultur zu dem Aufhören der CO_2-Assimilation in Beziehung setzen müssen.

Wenn in den Lichtkulturen Zweigvorkeime stets fehlten, dann muß ihr Entstehen gleichfalls auf die Bedingungen des Dunkel-

1) GOEBEL variierte zwei Bedingungen zugleich. Ich glaube den Nachweis erbracht zu haben, daß Dunkelheit allein genügt, um unter sonst gleichen Verhältnissen die besagte Einwirkung auf die Berindung zu erzielen.

raums bezogen werden. Es liegt nahe, hierbei wiederum an die ungünstigen Ernährungsverhältnisse zu denken, die mit der allmählichen Erschöpfung der CO_2-Assimilate eintreten. Weitere Untersuchungen hätten noch zu zeigen, ob sich seinerseits das Entstehen von Zweigvorkeimen oder nacktfüßigen Zweigen nach willkürlich setzbaren Bedingungen hervorrufen läßt.

IV. Rhizoidenbildung.

Wo in den beschriebenen Kulturversuchen die Bedingungen für das Wachstum gegeben waren, ist auch überall im freien Wasser die Bildung von positiv geotropischen Rhizoidenbüscheln aus den Knoten beobachtet worden. Eine Ausnahme machte ein gelegentlich angestellter, nicht wiederholter Versuch, wo Sproßstücke an einem Glasrohr befestigt in Leitungswasser untergetaucht wuchsen, in einem Gefäß, dessen Boden mit Schlamm bedeckt war. In den Schlamm eingesteckte Sproßstücke bildeten über dem Boden gleichfalls keine Rhizoiden und wuchsen zu sehr langen Pflanzen heran. Dagegen folgten die in gewaschenem Sand mit Nährlösung bzw. Leitungswasser kultivierten Objekte dem bezeichneten allgemeinen Verhalten. Wo hohe Konzentration der Nährlösung das Wachstum hemmte (KNOP $8^0/_{00}$), unterblieb die Rhizoidenbildung.

Die Rhizoidenbüschel erscheinen stets an den älteren Knoten, d. h. solchen, die unter der die anfängliche Größe der Sproßstücke bezeichnenden Markierung gelegen sind, und werden hier an 1—4 aufeinanderfolgenden Knoten gesehen. Die Knoten des über der Markierung sich erhebenden Zuwachses bildeten keine Rhizoiden.

Nach RICHTER (l. c. 404) ist die Hauptbedingung für das Entstehen der Verlust bereits gebildeter Rhizoiden. Einen hemmenden Einfluß des Lichtes auf das Entstehen der Rhizoiden konnte ich nicht feststellen. Wenn die in Nährlösung bzw. Leitungswasser, am Licht wie in Dunkelheit, in Verbindung mit oder ohne Sandboden erfolgende oberirdische Rhizoidbildung dort unterbleibt, wo Sproßstücke durch Einpflanzen in Schlammboden kultiviert werden, so möchte ich dies so verstehen, daß die in jenen Fällen allseitig als Reiz wirkenden Nährstoffe hier vornehmlich im Boden sich geltend machen und die darin befindlichen Knoten zur Rhizoidbildung anregen.

V. Gametangienbildung.

In allen den Kulturen, wo *Chara fragilis* am Lichte und in Leitungswasser (ohne Zusatz von Nährsalzen) wuchs, waren etwa zwei Monate nach Kulturbeginn die Pflänzchen in den jüngsten Wirteln zur Bildung von Gametangien übergegangen. Die monözi-

sche Art trägt an den Blättern Antheridien und Eiknospen nebeneinander. Die Eiknospen wurden zum Teil tief braunschwarz, ein Zeichen für erfolgte Befruchtung und Sporenreife. In Nährlösung kam es nirgends zur Gametangienbildung; hier wuchsen die Pflänzchen vegetativ weiter.

Anfang Juni wurden die Nährlösungen von den mit Sandboden bereiteten Kulturen abgegossen und durch Leitungswasser ersetzt. Die in Lösung 2 (bei 2,2‰) vegetativ gehaltenen Pflänzchen hatten Mitte September in Leitungswasser Antheridien und Eiknospen gebildet (in den oberen Wirteln), und Anfang Oktober reiften die *Eisporen*.

Nach GOEBEL (1918, 368) ist für die Bildung der Sexualorgane Anhäufung von Assimilaten notwendig. Da meine Vergleichspflänzchen in Nährlösung unter denselben Assimilationsbedingungen standen wie die Kulturen in reinem Leitungswasser, so werden im vorliegenden Falle die Assimilate allein nicht den Ausschlag gegeben haben. In Anlehnung an besonders durch G. KLEBS geläufig gewordene Vorstellungen möchte ich in dem Mengenverhältnis zwischen Assimilaten und Nährsalzen die Bedingung sehen, die in dem einen Falle (Überwiegen der Assimilate) zur Gametangienbildung, im andern Falle (Überwiegen der Nährsalze) zum vegetativen Weiterwachsen den Anstoß gibt.

Die Anregung zu dieser Arbeit empfing ich von Herrn Professor Dr. E. G. PRINGSHEIM, dem ich hierfür wie für seine unermüdliche Unterstützung zu dauerndem Dank verbunden bin.

Halle a. S., im Oktober 1919.

Literatur.

GOEBEL, K., Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Leipzig u. Berlin 1908.

— —, Zur Organographie der Characeen. Flora. N. F. Bd. 10. Heft 3 u. 4. 1918.

PRINGSHEIM, N., Über die Vorkeime und die nacktfüßigen Zweige der Charen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 3. 1863.

RICHTER, Joh., Über Reaktion der Characeen auf äußere Einflüsse. Flora. Bd. 78. 1894.

Sitzung vom 28. November 1919.

Vorsitzender: Herr P. LINDNER.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Ableben folgender *ordentlicher Mitglieder:* Herr Professor Dr.

Julius Mac Leod,

Direktor des Botanischen Gartens in **Gent**, verstarb am 4. März 1919, Herr Professor Dr.

Chr. Mäule,

Rektor der Wilhelmsrealschule, Privatdozent für Botanik an der Technischen Hochschule in **Stuttgart**, verstarb am 4. November 1919, Herr Dr.

Otto Baumgärtel,

Assistent am Botan. Institut der Deutschen Universität in **Prag**, verstarb am 7. November 1919.

Die Anwesenden erhoben sich, um das Andenken an die Verstorbenen zu ehren, von ihren Plätzen.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Schellenberg, Dr. **Gustav,** *Privatdozent, Assistent* am Botan. Institut der Universität, in **Kiel** (durch J. REINKE und H. SCHROEDER),

Onken, Dr. **Albin,** Assistent am Botan. Institut der Universität, in **Freiburg i. B.** (durch F. OLTMANNS und K. NOACK),

Osvald, Hugo, fil. kand., Botaniker des Schwedischen Moorkulturvereins in **Jönköping** (durch R. SERNANDER und E. DU RIETZ),

Nordhagen, Rolf, cand. real., Amanuensis beim Botan. Garten in **Kristiania** (durch R. SERNANDER und E. DU RIETZ).

Herr RASCH legte eine Sammlung ausländischer Speisebohnen vor. Die 38 Sorten umfassende Sammlung enthält alle Bohnen, die auf Grund des mit der Entente im Frühjahr 1919 getroffenen Lebensmittelabkommens nach Deutschland geliefert wurden. Herkunftsland der Bohnen ist vor allem Amerika und Japan. Wie aus einem zufällig gefundenen Sackanhänger hervorgeht, ist ein Teil als „grüne Endomame" bezeichnet, am 7. Mai 1917 (!) geprüft und durch die „Zentralhandelsstelle der Getreidehändlergilde" auf der Insel Hokkaido (Nordjapan) in den Verkehr gebracht worden. — Bemerkenswert ist ferner, daß die Sammlung auch *Phaseolus lunatus* L., die Mondbohne, Javabohne oder Rangoonbohne enthält, und zwar nicht die wildwachsende Form, sondern eine Kulturform, wie aus einem Begleitschein der indischen Händlervereinigung hervorgeht, das besagt, daß die Bohnen unter europäischer Aufsicht geerntet und auf ihren Blausäuregehalt geprüft wurden. Der Blausäuregehalt wurde hier zu 18 mg in 100 g Bohnen ermittelt, während die wildwachsende Rangoonbohne etwa 300 mg in 100 g Bohnen enthält. An die Vorzeigung der Sammlung schloß sich eine kurze Erörterung über die Frage der Gesundheitsschädlichkeit der Rangoonbohnen.

Mitteilungen.

---

54. Hans Pfeiffer: Über die Stellung der Gattung Caustis R. Br. im natürlichen System.

(Mit Tafel V.)

(Eingegangen am 29. Oktober 1919.)

R. BROWN (1810) 239, der Begründer der Gattung, stellte sie zu den Cyperaceen. In gleichem Umfange finden wir sie noch bei NEES v. ESENBECK (1834) 301. Durch BENTHAM und HOOKER (1883) 1067 wurde ihr die Restionaceen-Gattung *Eurostrorrhiza* Steudel (1855) 265 eingeordnet und die einzige Art *E. Urvillei* Steud. als mit *C. pentandra* R. Br. synonym erkannt. Auf Grund der Knotenbildung und Stengelverzweigung, sowie wegen der auf Scheiden reduzierten Blätter stellte PALLA (1888) 659 in einer kurzen Mitteilung die Gattung *Caustis* zu den Restionaceen. Trotzdem blieb sie bei den Cyperaceen in den Bearbeitungen von F. PAX (1887) 117, TH. DURAND (1888) 460, BAILLON (1894) 374 und DALLA TORRE ET HARMS (1900/07) 34. Da das aus dem Berliner Herbar freundlichst überlassene Material offenbar zum Teil bei den Restionaceen gelegen hatte, war eine erneute Nachprüfung sicherlich von Wert.

Die Gründe BROWNs für die Stellung der Gattung waren die Gestalt der Samenanlage (bei Cyperaceen grundständig und anatrop, bei Restionaceen herabhängend) und das Fehlen einer Blütenhülle (die Restionaceen homœochlamydeisch). Die Einwürfe PALLAs, daß die Gestalt der Samenanlage innerhalb einer Familie wechseln kann, sowie daß auch das Fehlen der Blütenhülle nicht entscheidend sein darf, dürfen nicht gelten, solange nicht andere zwingende Gründe die Versetzung der Gattung zu den Cyperaceen nötig machen. Als solche bringt PALLA:

Die für viele Restionaceen charakteristische Knotenbildung tritt auch bei Cyperaceen auf. BOERNER (1913) 248 weist in anderem Zusammenhange auf *Cladium Mariscus* (L.) R. Br. hin. Ich erwähne außerdem: *Cladium mariscoides* Trin., *occidentale* Schr., *Sclerochaetium thermale* Nees.

Anf Scheiden reduzierte Laubblätter. Trotz GILGs Angabe (1891) 542, daß die Restionaceen von allen nahestehenden Familien durch das fast durchgehende Fehlen von Laubblättern leicht zu unterscheiden sind, müssen wir für einige tropische und australische Gattungen der Cyperaceen bezw. Arten das gleiche Merkmal in Anspruch nehmen. Ich erwähne nur: *Mesomelaena tetragona* Erm. (sub gen. *Gymnoschoenus* Nees), sowie *Schoenus brevifolius* R. Br.

Verzweigung. Für die Cyperaceen ist zwar der sympodiale Aufbau der vegetativen Sproßsysteme charakteristisch, indem die jedesmalige relative Hauptachse mit einem blühenden Halm abschließt und in der Achsel eines an dieser Achse stehenden Blattes ein Sproß nächst höherer Ordnung entspringt, der das weitere Wachstum der Pflanze übernimmt. Indessen haben schon WYDLER (1844) und A. BRAUN (1853) an einigen europäischen *Carex*-Spezies rein monopodiale Verzweigung erkannt, und innerhalb der amerikanischen Caricoideen treten nach HOLM (1896) 348 fg. und PLATE IX, schon häufiger monopodiale Verzweigungen auf. Wenn schon innerhalb einer Gattung die Verzweigungsart variiert, kann sie unmöglich ein bestimmendes Merkmal einer Familie sein.

Da der Habitus zwar auf die Zugehörigkeit von *Caustis* zu den Restionaceen hinweist[1]), die morphologische Untersuchung uns — abgesehen von den Argumenten R. BROWNs — aber keinen zwingenden Aufschluß gibt, ist die anatomische Untersuchung notwendig.

Wie schon PALLA (1888) 660 erwähnt, stehen die Restionaceen im anatomischen Bau des Stengels den Cyperaceen ziemlich nahe. Seine Angabe, daß das mechanische System hauptsächlich in subepidermalen Bastbündeln und in an die Gefäßbündel sich anlehnenden Stereomsicheln zur Entwicklung kommt, gilt ohne Ausnahme nur für die *Cariceae-Caricoideae,* wie für eine große Reihe entfernt stehender Gattungen anderer Triben der Familie, kann aber nicht gelten für *Cyperus* L. und *Hypolytrum* Rich. Wie *Caustis* R. Br. haben aber auch die Restionaceen entgegen PALLA nur mit wenigen Ausnahmen (Gattungen *Tamnochortus* Berg., *Willdenowia* Thunb., *Hypodiscus* Nees, *Ceratocarium* Nees usw.) subepidermale Rippen aufzuweisen.

Durch umfangreiche anatomische Untersuchungen, die allerdings noch nicht abgeschlossen sind, konnte ich für die allermeisten Cyperaceengattungen (über die Ausnahmen und ihre Erklärung

1) Auch andere Cyperaceen zeigen zuweilen das gleiche Verhalten, z. B. *Gymnoschoenus sphaerocephalus* (R. Br.) J. D. HOOK (sub. *Chaetospora*).

werde ich in einer besonderen Arbeit berichten) ein Merkmal finden, durch das sie sich von den ähnlich aussehenden Gattungen anderer Familien deutlich unterscheiden.

Es handelt sich um die cellules à fond conique (Kegelzellen), die DUVAL-JOUVE (1873) 93, zuerst an 59 Vertretern der Cyperaceen feststellte. Nach ihm haben MAZEL, LEMCKE, WILCZEK, RIKLI, HOLM u. a. gelegentlich weitere Angaben über das Vorkommen der Kegelzellen gemacht. Keiner von ihnen aber hat ihre Verbreitung und Ausbildung eingehender studiert. Alle Arten der Gattung *Caustis* verhalten sich wie typische Cyperaceen. Die Kegelzellen liegen bei ihnen in 1—4 Reihen über den Stereomsträngen der Blattscheide und des Stengels. Die Abbildung zeigt sie als Epidermiszellen, die in ihrer typischen Ausbildung auf ihrer inneren Fläche einen konischen, soliden Fortsatz (bei anderen Gattungen deren mehrere), aufweisen, der am Grunde von einem Wulst nach Art eines Innenhäutchens der Tüpfel umgeben wird. Der durch Inkrustation mit SiO_2 versteifte Kegel berührt meist die an dieser Stelle auffallend dünne Außenmembran. Wie meine umfangreichen Untersuchungen zeigten, stehen Vorkommen oder Fehlen der Kegelzellen mit Standort oder Klima in keinem Zusammenhange. Den Versuch, das Vorkommen der Kegel physiologisch zu deuten (WESTERMAIER), muß ich mit WILCZEK (1892) 194 ablehnen. Festgestellt wurden die Kegelzellen bei:

1. *Caustis pentandra* R. Br. (*Eurostrorrhiza Urvillei* Steud.); Belege (Material hier stets aus dem Herb. Mus. Bot. Berol.): SIEBER, Agrostoth. n. 36 und Exempl. ohne Nr. ex Herb. Bot. Gard. Sydney (*Port Jackson Distr.*).
2. *C. Dioica* ♀ R. Br.; DIELS n. 4199b (Westaustral., Victoria, Greenough River Crossing); ♂♀: DIELS n. 5088 (West-Austr., Avon, Tammin), n. 5408 (West-Austr. nördlich Esperance).
3. *C. Dioica* ♂ R. Br.; DIELS n. 4199a (ebenda); ♂♀: DIELS n. 5088 (West-Austr., Avon, Tammin), n. 5408 (West-Austr., nördlich Esperance).
4. *C. fastigiata* R. Br.; BRENNING n. 871 (Sydney) [sub. *Restio fastigiat.*]
5. *C. flexuosa* R. Br., WARBURG n. 19656 (N.-S.-Wales); DIELS n. 8194 (N.-S.-Wales, östl. Gorford); Expl. ohne Nr. aus Herb. Bernhardi (Queensl., Moreton Bay).
6. *C. recurvata* Spreng.; Expl. ohne Nr. aus Herb. Bot. Gard. Sydney (*Port Jacson Distr.*); A. KNEUCKER n. 118 (N.-S.-Wales, Sydney).

In der Aufsicht sind die Kegelzellen ziemlich quadratische oder nur ganz wenig verlängerte Zellen mit wenig gewellten Wänden[1]. Sie führen einen Kieselkegel mit relativ breitem Bodenwulst.

Wie die Kieselkurzzellen für die Gramineen und die Kegelzellen für die Cyperaceen charakteristisch sind, so fehlen beide den Restionaceen. Das geht schon aus den sorgfältigen anatomischen Untersuchungen von E. PFITZER (1870) 563 fg., M. MASTERS (1863) 211 fg. und E. GILG (1891) 567 fg. hervor. GILG erwähnt p. 567 die große Dicke der Außenwand der Epidermiszellen bei den meisten Arten, sowie p. 568: „Die Innenwand der Epidermis ist immer nur schwach." Auch meine eigenen Untersuchungen an Arten der Gattungen *Lepyrodia* R. Br., *Restio* L., *Lyginia* R. Br., *Ecdeiocolea* F. v. Müll., *Dovea* Kth., *Anarthria* R. Br., *Leptocarpus* R. Br., *Lamprocaulos* Mast., *Elegia* L., *Hypodiscus* Nees ergaben stets den Mangel von Kegelzellen. Mit gleichem Ergebnis habe ich Arten von der *Caustis* möglicherweise nahestehenden *Hypolaena* R. Br. (vgl. BENTHAM [1878] 420) untersucht: *H. Ecklonianа* N. ab Es., *exsulca* R. Br., *fastigiata* R. Br., *gracilis* Mast. (Kapkolonie, die andern: Australien), *laxiflora* N. ab Es., *longissima* Benth., sowie *Calorophus elongatus* Labill. ♂. Darum schließe ich, daß, wie für Gramineen die von GROB (1896) und FROHNMEYER (1914) näher studierten Kieselkurzzellen und für andere monokotyle Familien die Stegmata charakteristisch sind, sich die Cyperaceen durch den Besitz von Kegelzellen auszeichnen. Wenn wir nun noch zugeben müssen, daß das mechanische Gewebesystem auch bei den Vertretern der Gattung *Caustis* in sichelförmigen Rippen, die sich zumeist an die Gefäßbündel anlegen und bis unmittelbar unter die Epidermis reichen, zur Entwicklung kommt, so wird man kaum noch zweifeln können, daß die Gattung *Caustis* ihre Stellung unter den Cyperaceen bekommen muß.

Über die Stellung innerhalb der genannten Familie wird eine weitere Mitteilung berichten.

Ich erfülle noch eine angenehme Pflicht, Herrn Direktor Dr. G. BITTER für die Überlassung seiner Institutseinrichtungen und des frischen Materials, sowie für seinen ständigen Rat zu danken. Ebenso bin ich Herrn Prof. Dr. DIELS für die Überlassung von Herbarmaterial aus dem Berliner Botanischen Museum, sowie Herrn Dr. FARENHOLTZ für die gütige Benutzung des Generalherbars im städtischen Museum zu Bremen sehr zu Dank verpflichtet.

---

[1] So bei *Caustis*.

Zitierte Literatur.

H. BAILLON, Hist. d. plant. XII. (1894) 374.
G. BENTHAM, Fl. Australiensis. VII. (1878) 419—22.
G. BENTHAM et J. D. HOOKER, Genera plant. III. 2 (1883) 1067.
C. BOERNER, in Abh. Nat. Ver. Brem. XXI. 2 (1913) 248 fg.
A. BRAUN, in Abh. d. Akad. d. Wiss. Berlin. (1858) 90.
R. BROWN, Prodromus. (1810) 239—240.
DALLA TORRE et HARMS, Genera Siphonogam. (1900—07) 34.
DOUVAL-JOUVE, in Acad. d. sc. et lettr. d. Montpellier. VIII. 2 (1873) 227—234.
Ders., im Bullet. de la Soc. d. France. XI. (1873) 91.
TH. DURAND, Ind. gener. phanerogam. (1888) 460.
ENDLICHER, Genera plant. I. (1836) 109.
FROHNMEYER, in Bibl. Botan. Heft 86. (1914).
E. GILG, Beitr. z. Anat. d. xerophil. Fam. d. Rest., in ENGLERS Jahrb. XIII. (1891) 541—606.
A. GROB, in Bibl. Botan. VII. 36 (1896).
TH. HOLM, in Americ. Journ. of Science. I. (1896) 348 fg., Plate IX.
M. MASTERS, in Journ. Linn. Soc., London VIII. (1868) 211—255.
LEMCKE, Dissertation Königsberg 1892.
NEES v. ESENBECK, Übersicht d. Cyperaceengattg., in Linnaea. IX. (1834) 301.
PALLA, Üb. die syst. Stellg. d. G. *Caustis*, in Verh. d. K. K. zool. bot. Ges. Wien. XXXVIII. (1888) 659—60.
F. PAX, in Natl. Pflanzenfam. II. 2 (1887) 117.
E. PFITZER, Hautgewebe, in PRINGSH. Jahrb. f. wiss. Bot. VII. (1869—70) 561—84.
M. RIKLI, Dissertation Basel 1895.
E. G. STEUDEL, Synopsis plant. Cyperac. II. (1855) 153. 265.
M. WESTERMAIER, in PRINGSH. Jahrb. f. wiss. Bot. XIV. (1884) 43—81.
E. WILCZEK, in Bot. Centralbl. LI. (1892) 129 fg. usw.
WYDLER, in Bot. Ztg. II. (1844).

Erklärung der Tafel V.

a und d Querschnitte durch den Halm von *Caustis dioica* ♂♀ R. Br. nach dem Exemplar DIELS n. 5408, über den Stereombelegen die Kegelzellen mit dünner Außenmembran, die Außenwänd der benachbarten Epidermiszellen erheblich verdickt, die verdickte Wand von Tüpfeln durchzogen, b Aufsichtsbild der Epidermis, die Kegelzellen in Reihen über Stereom wie die Stomata in Reihen über Parenchym, c äußerster Teil eines Querschnittes durch die Blattscheide bei stärkerer Vergrößerung.

55. R. Kolkwitz: Über die Standorte der Salzpflanzen.

IV. Erythraea linariifolia.

(Eingegangen am 5. November 1919.)

In meiner Arbeit über den Meerstrands-Wegerich *Plantago maritima* in diesen Berichten 1918 hatte ich S. 639 *Erythraea linariifolia*, deren Ökologie den Hauptinhalt der vorliegenden Arbeit bildet, bereits kurz erwähnt und darauf hingewiesen, daß dieses Meerstrands-Tausendgüldenkraut im Kalktal bei Frankenhausen am Kyffhäuser ähnliche Beziehungen zur Härte des Wassers und zur Feuchtigkeit des Bodens zeigte wie *Plantago maritima* an der Numburg. Auch bei Frankenhausen liegen die Verhältnisse so, daß neben Wohnplätzen auf salzigem Gelände im Talgebiet (hier der Unstrut) auch solche hoch über der Talsohle an den Hängen der Gipsfelsen des Kyffhäusergebirges (hier des südlichen Teiles) vorkommen.

PETRY (1) teilt in seiner bekannten Arbeit über die Vegetation des genannten Gebirges mit, daß dieser Fundort zuerst von Prof. HAUSSKNECHT[1]) im Sommer 1887 aufgefunden worden sei und den einzigen dieser im Binnenlande als selten zu bezeichnenden Art im Kyffhäusergebirge darstelle. Genauere Angaben über die Pflanze an dieser Stelle wurden 1913 von A. SCHULZ (3) mitgeteilt. Die Fundorte am Fuße des Gebirges auf kochsalzhaltigem Boden waren früher häufiger als jetzt, wo ein Teil der dort gelegenen Salzwiesen in Kulturland (meist Acker) umgewandelt worden ist. Die früher bei der Numburg und bei Artern bekannten Fundorte auf salzhaltigen Wiesen sind jetzt verschwunden [vergl. LUTZE (1), DRUDE (1) und SCHULZ (4)].

Die Floren und planzengeographischen Werke bezeichnen *Erythraea linariifolia* (= *E. litoralis*) im allgemeinen hauptsächlich als einen Bewohner des Meeresstrandes; dementsprechend ist die Pflanze auch an vielen Stellen der Nord- und Ostseeküste häufig. BUCHENAU (1) hebt besonders das zahlreiche Vorkommen in flachen, nicht bewachsenen Dünentälern der ostfriesischen Inseln hervor („Sandstrandflora"). Im Binnenlande gilt das Meerstrands-

1) Vergl. Mitt. d. Geograph. Ges. f. Thüringen zu Jena, 1888, Bd. 6.

Tausendgüldenkraut in erster Linie als Bewohner von mäßig feuchten, besonders salzhaltigen Triften und Wiesen. ASCHERSON erwähnt im besonderen, daß die Pflanze früher auf den floristisch bekannten Rudower Wiesen bei Berlin vorkam und bemerkt, daß sie eine gewisse Vorliebe für Maulwurfshügel zeige. Dieses Vorkommen erklärt sich dadurch, daß *Erythraea linariifolia* überhaupt nackten Boden liebt, was auch ihr gelegentliches Vorkommen in ausgetrockneten Gräben erklärt. Ihre kleinen Samen erobern leicht derartiges Substrat und erzeugen die dem Boden anliegenden Rosetten, ehe Konkurrenten sie daran hindern können.

Von diesen Befunden wesentlich abweichend ist das vorher beschriebene Auftreten des Meerstrands-Tausendgüldenkrautes bei Frankenhausen. Hier wächst die Pflanze an den Hängen der Ostseite des Kalktales, durch welches das südliche Ende der großen Hauptstraße über den Kyffhäuser geht. Im besonderen bewohnt es hier das Gebiet zwischen zwei Seitentälern, dem nördlichen am Südende des Klocks-Berges mit dem Begräbnisplatz (Bgr.-Pl. des Meßtischblattes Frankenhausen Nr. 2674) und dem südlichen, dem „Wüsten Kalktal“ (an dessen Eingang).

Die geologische Karte verzeichnet hier hauptsächlich älteren Gips der mittleren Zechsteinformation, die bekanntlich den Charakter einer echten Meeresbildung trägt und besonders aus Niederschlägen von Dolomiten und Gipsen besteht, denen früher hier Steinsalz überlagert war. Nach den Analysen von BEYRICH, MOESTA und SCHLÜTER (1) sind diese Gipsfelsen dementsprechend noch schwach kochsalzhaltig, ein Befund, der manchen ausreichend erschien, um das Vorkommen dieser Salzpflanze auf Gipsfelsen zu erklären.

Nach diesen und den von mir hier mitgeteilten chemischen Analysen ist dieser Gehalt an Kochsalz aber als winzig gering zu bezeichnen. Er ist nach meinen Feststellungen so schwach, daß ein wässeriger Auszug aus dem Gipsboden, in welchem die Pflanze wächst, überhaupt keine oder eine kaum merkbare Reaktion mit Silbernitrat gibt. Das der Pflanze zur Verfügung stehende Vegetationswasser ist also chloridärmer als fast jedes normale Fluß-, Bach-, See- oder Grabenwasser, so daß man die Chloride zur Erklärung des Vorkommens von *Erythraea linariifolia* auf den Gipshängen des südlichen Kyffhäusergebirges nicht heranziehen kann. Es bleibt nach dem bisherigen Stand der Forschungen — ebenso wie für das Vorkommen von *Plantago maritima* u. a. m. an abweichenden Standorten — nur der Schluß,

Bodenproben von Fundorten der *Erythraea linariifolia*		In der bei 100 ° getrockneten Substanz sind enthalten in Prozenten [1]):									
Ort der Entnahme	Tag der Entnahme	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Kohlensäure (CO_2)	Kieselsäure (SiO_2)	Aluminium (Al_2O_3)	Eisen (Fe_2O_3)	Mangan (Mn_2O_3)	Chlor (Cl)	Organische Reste
Zechstein-Gipsboden (mergelig) mit zahlreich entwickelten Pflanzen. „Kalktal" b. Frankenhausen	8. August 1918	38,5	36,3	1,4	1,5	13,0	6,1	0,2	8.0	Spuren	—
Lockerer Boden aus dem „Kalktal" b. Frankenhausen	„	88.2	34,8	1 4	10,7	10,9	2,7	1,8	0	0	—
Bodenprobe aus dem „Wüsten Kalktal"	„	42,9	34,4	1,4	2,3	15,0	3,6	0,4	0	0	—
Gesteinsprobe aus dem Seitental südlich vom Klocksberg	„	42,6	35,8	1,5	7,2	9,0	2,8	0,7	0,9	Spuren	—
Bodenprobe aus der Mergelgrube b. Borxleben	10. August 1918	18,4	16,9	1,8	2,3	46,4	9,5	2,3	0,01	Spuren	2,4

1) Die Analysen verdanke ich der Chemischen Abteilung der Preuß. Landesanstalt für Wasserhygiene in Dahlem.

daß hier die Härte des Wassers, im vorliegenden Falle bedingt durch gelöstes Calciumsulfat, im Verein mit anderen Faktoren, ausschlaggebend ist [vergl. KOLKWITZ (1)]. Nach den Angaben von A. SCHULZ (2) war *Erythraea linariifolia* in früheren Erdperioden vermutlich wenig oder gar nicht kochsalzbedürftig. Das gleiche gilt nach ihm auch für: *Festuca distans, Juncus Gerardi, Spergularia salina, Melilotus dentatus, Althaea officinalis, Bupleurum tenuissimum, Samolus Valerandi, Glaux maritima, Plantago maritima* und *Aster tripolium.* Die Liste enthält zum größeren Teil solche Pflanzen, welche bei Borxleben östlich vom Kyffhäuser auf Gipsmergel ohne merklichen Gehalt an Chloriden vorkommen und denen dort ebenfalls sehr hartes Wasser zur Verfügung steht. (Vergl. auch A. SCHULZ in diesen Berichten, 1918, Bd. 36, S. 410.)

Derjenige Faktor, welcher die Verteilung und Ausgiebigkeit der Besiedelung in dem vorher gekennzeichneten Gebiet des Kyffhäusergebirges lokal regelt, ist nach der Untersuchung der Fundstellen offenbar hauptsächlich die Feuchtigkeit. *Erythraea linariifolia* ist einjährig, einjährig überwinternd oder fast zweijährig[1]), also auf ständige Vermehrung durch Samen angewiesen. Es darf deshalb nicht verwundern, daß die Häufigkeit der Pflanze an dieser Stelle, stark schwankt. Naturgemäß wird die Zahl der auskeimenden Samen je nach den Witterungsverhältnissen größer oder kleiner sein, auch die Zahl der erzeugten Samen wird von begünstigenden oder hemmenden Faktoren zur Blütezeit (Juli—September) abhängen.

In dem kühlen und feuchten Sommer 1918, in welchem die vorliegenden Untersuchungen hauptsächlich angestellt wurden, war die Pflanze im Kalktal reichlich entwickelt und zeigte — im August — normale Entfaltung der Blüten (neben bereits gereiften Früchten). Am zahlreichsten wuchs sie in oberen Lagen des Haupt-Kalktales an einem muldenartigen Einschnitt bei Westlage. Der Einschnitt war 3—4 m breit und etwa 7—8 m lang; seine Neigung betrug im oberen Teil ca. 45°, im unteren ca. 30°. Er war durch herabrinnendes Regenwasser ausgewaschen worden und an seiner Sohle fast vegetationsfrei, so daß der weiße Gipsfelsen anstand. An der Seite hatte sich indessen lockerer Gipsmergel (sogenanntes Himmelsmehl) gehalten, in welchem Hunderte von Exemplaren der *Erythraea* wuchsen. Als Begleitpflanzen traten hier auf:

---

1) Derartige Exemplare werden besonders dann entstehen, wenn die zuerst gebildete Rosette verschüttet oder beschädigt wird und dann Neubildung einsetzen muß.

Agrostis alba,	*Acer campestre* fingerhoch,
Festuca ovina,	*Convolvulus arvensis*,
Sesleria varia wenig,	*Teucrium montanum*,
Gypsophila fastigiata,	*Asperula cynanchica*,
Reseda lutea,	*Hieracium pilosella*.

An den seitlichen, steinigeren und steileren Stellen fehlte *Erythraea* vollkommen; hier wuchsen nur *Sesleria varia*, *Gypsophila fastigiata*, *Helianthemum fumana* und *Teucrium montanum*, alles perennierende Gewächse.

In dem südlicheren Seitental, dem „Wüsten Kalktal", fand sich *Erythraea linariifolia* zwar auch nicht selten, aber mehr zerstreut als truppweise. Ihre Begleitpflanzen waren hier hauptsächlich:

Sesleria varia (in Halden),	*Lotus corniculatus*,
Allium acutangulum,	*Euphorbia cyparissias*,
Gypsophila fastigiata,	*Teucrium montanum*.

Bergabwärts, unmittelbar neben einem *Sesleria*-Büschel, wuchsen einige stattliche Exemplare des Maronenröhrlings *Boletus badius*, ein Beweis für den relativ günstigen Feuchtigkeitsgehalt des Gipsmergels, der außerdem, wie aufbewahrte Proben zeigten, das Wasser ziemlich lange festhält. In ähnlicher Lage zu *Sesleria* hatten sich auch einige Exemplare von *Erythraea* entwickelt, zwischen denen die unteren, alten, herabhängenden Blätter der *Sesleria* schützend dem Boden auflagen. In einem anderen Falle schoben sich die Wurzeln von *Erythraea* dicht unter ein *Sesleria*-Polster und durchwuchsen dessen morsche Basalteile. Wo sich im Boden humöse Klumpen fanden, drangen die feinen Faserwurzeln des Tausendgüldenkrautes unter reichlicherer Verzweigung mit Vorliebe in diese ein. Einmal fand sich ein Exemplar der *Erythraea* in einem etwa 40 cm tiefen und ähnlich breiten Pflanzloch einer ca. fußhohen Kiefer.

In dem nördlicheren Seitental (beim Begräbnisplatz) fanden sich ebenfalls ziemlich zahlreiche Fundstellen von *Erythraea*. Verhältnismäßig reichlich blühend wuchs sie hier auf einem nach Norden gerichteten Abhang, der reichlich mit etwa 5 cm großen Stücken von Gips- bzw. Anhydritgestein bedeckt war, wodurch der Boden genügend feucht gehalten wurde und günstige Entwicklungsbedingungen bot. In trockner Südlage fand ich *Erythraea* auch, aber nur ganz vereinzelt, während die vielfach sonst auch als Salzpflanze auftretende Spargelbohne *Tetragonolobus siliquosus*

hier gut entwickelt war[1]). Bei dieser handelt es sich aber um ein perennierendes Gewächs, dessen im vorliegenden Falle oben etwa 1 cm starke, sich nur allmählich verjüngende Wurzel über $^1/_2$ m tief senkrecht in den mergeligen Gipsboden eindrang und dessen rings ausgebreiteten Zweige dem Boden flach auflagen. Die in trockner Südlage wachsenden Exemplare standen westseitig unter dem Schutz vereinzelter, etwa 2 m hoher Eichenbüsche. Einzelne Exemplare wuchsen auch in der Abflußrinne neben der Talsohle. Das Vorkommen von *Erythraea linariifolia* in Südlage im Verein mit *Molinia coerulea* wird von SCHULZ (3) angegeben.

An einem nach Osten gerichteten, verhältnismäßig wenig geneigten Abhang in diesem Tale fand sich *Erythraea* meist ziemlich reichlich, mehrfach in Gemeinschaft von *Silene otites*.

An allen genannten Stellen bevorzugte *Erythraea linariifolia* das offene Gelände vor dem Waldgebiet und besiedelte mehr den krümeligen, mergelartigen Boden als den steinigen. *Erythraea pulchella*, die ebenfalls als halophil gilt, habe ich im Kyffhäuser nicht gefunden.

Die Wurzeln von *Erythraea linariifolia* schienen an trockneren Stellen bestrebt zu sein, tiefer in den Boden zu dringen. Ihre Maximallänge betrug 15 cm, während sie seitlich den Boden in einem Durchmesser von 7 cm durchsetzten. Oft sind etwa 100 feinster Würzelchen von ca. $^1/_5$ mm Dicke bis zu etwa 5. Ordnung vorhanden; am Wurzelhals betrug die Dicke etwa $^1/_2$ bis höchstens 1 mm. Die Gesamtmessungen an 20 Exemplaren ergaben die nachstehend verzeichneten Zahlen:

Erythraea linariifolia bei Frankenhausen	Stengel	Wurzel
Maximale Länge . . .	30 cm	15 cm
Durchschnittliche Länge	17,6 „	9,7 „
Minimale Länge	8 „	6 „

Auch in den Mergelgruben bei Borxleben östlich vom Kyffhäuser, die ich fast um die gleiche Zeit aufsuchte (vergleiche die chemische Tabelle), war *Erythraea linariifolia* 1918 reichlich entwickelt. Dieses Jahr kann deshalb für die dortige Gegend gleichsam als ein *Erythraea*-Jahr bezeichnet werden. Die Massenhaftigkeit des Auftretens dieser Pflanze in manchen Jahren wird an

1) Vergl. PETRY (1), S. 26.

den genannten Stellen aber nicht, wie man es im allgemeinen von Salzpflanzen erwarten könnte, durch einen chemischen, sondern hauptsächlich durch einen physikalischen Faktor, hier in erster Linie die Feuchtigkeit, bedingt.

Die Pflanzen bei Frankenhausen waren größer als diejenigen bei Borxleben, wohl infolge der Begünstigung ihrer Entwicklung durch die warme Südlage am Kyffhäuser.

Die Messungen an 20 blühenden Exemplaren bei Borxleben ergaben folgende Werte:

Erythraea linariifolia bei Borxleben	Stengel	Wurzel
Maximale Länge . . .	20 cm	12 cm
Durchschnittliche Länge	10,7 „	5,8 „
Minimale Länge . . .	4 „	2 „

Hiernach sind die Wurzeln der *Erythraea*, bezogen auf die gleiche durchschnittliche Stengellänge, in dem bei Frankenhausen im allgemeinen trockneren Boden um etwa 5 pCt. länger als bei Borxleben.

Literatur.

BEYRICH, MOESTA und SCHLÜTER (1), Erläuterungen z. geologischen Spezialkarte von Preußen, Blatt Frankenhausen. Berlin, 1884, S. 18 u. ff.

BUCHENAU, FR. (1), Flora der Nordwestdeutschen Tiefebene. Leipzig, 1894.

DRUDE, O (1), Der hercynische Florenbezirk. Leipzig, 1902, S. 889.

KOLKWITZ, R. (1), Über die Standorte der Salzpflanzen. — Ber. d. Deutschen Bot. Ges., 1917, Bd. 35, S. 518—526. (Behandelt die Flora der Mergelgruben bei Borxleben.)

— — (2), Über die Standorte der Salzpflanzen. II. *Plantago maritima*. Ber. d. Deutschen Bot. Ges., 1918, Bd. 36, S. 636—645.

LUTZE G. (1), Flora von Nord-Thüringen. Sondershausen, 1892.

PETRY, A. (1), Die Vegetationsverhältnisse des Kyffhäuser-Gebirges. Halle, 1889.

SCHULZ, A. (1), Die Verbreitung der halophilen Phanerogamen in Mitteleuropa. Forschungen z. Deutschen Landes- und Volkskunde von A. KIRCHHOFF. Stuttgart, 1901, Bd. 13, S. 286, 292, 293, 307, 354 u. a. m.

— — (2), Die Verbreitung der halophilen Phanerogamen im Saalebezirk. Ztschr. f. Naturwissenschaften. Stuttgart. 1902, Bd. 74, S. 448.

— — (3), Über das Vorkommen von *Erythraea litoralis* Fr. bei Frankenhausen. Mitt. des Thür. Bot. Ver. Neue Folge, 1913, Heft 30, S. 42.

— — (4), Über die Ansiedlung und Verbreitung halophiler Phanerogamenarten in den Niederungen zwischen Bandeleben und Nebra. Ebenda, 1914, Heft 31, S. 11.

56. Gustav Schellenberg: Eine sonderbare neue Wirtspflanze der Lathraea Squamaria L.

(Eingegangen am 11. November 1919.)

Im Botanischen Garten der Universität Kiel trat vor einer Reihe von Jahren *Lathraea Squamaria* L. spontan auf einem alten Exemplar von *Salix alba* L. auf. Um die Pflanze dem Garten zu erhalten, wurde damals in der Nähe der Weide ein Haselstrauch angepflanzt, da ja *Lathraea Squamaria* besonders gern auf Haselwurzeln schmarotzt. Es wurde wohl angenommen, daß entsprechend den Angaben KERNERS die *Lathraea* sich mittels Adventivwurzeln auf der Hasel ansiedeln würde; wenn auch ein solches Übergreifen der *Lathraea* mittels Adventivwurzeln nach den eingehenden Untersuchungen HEINRICHERS (diese Berichte XI, 1893) nicht möglich ist, jedenfalls gedieh der Parasit eine Reihe von Jahren äußerst üppig, und jedes Frühjahr erschienen in der unmittelbaren Umgebung des Haselstrauches Hunderte von Blütensprossen. Doch eines Jahres war die *Lathraea* wie verschwunden, und da sie auch in den folgenden Jahren nicht mehr auftrat, wurde der Haselstrauch entfernt[1]).

Vor einigen Jahren trat nun die *Lathraea* plötzlich auf einem etwa 10 m von der Weide entfernten, mit *Gunnera manicata* Linden bestandenen Beete wieder auf, und ebenso auf einem etwa 15 m entfernten Beete, auf welchem *Gunnera chilensis* Lam. gezogen wird. Um festzustellen, ob die *Lathraea* etwa auf den *Gunnera*-Arten schmarotzt oder ob sie weitauslaufenden Wurzeln der Weide aufsitzt, wurden dieses Frühjahr auf dem mit *Gunnera chilensis* bestandenen Beete Grabungen unternommen.

Die Basis der alten blühbaren Pflanzen der *Lathraea* wurde nicht erreicht, da die *Gunnera* möglichst geschont werden mußte, so daß die *Lathraea*-Rhizome nicht über das ganze Beet verfolgt werden konnten, und der Ansatz der *Lathraea* nicht im Bereiche der Grabungen lag. Nach dem Verlaufe und dem Aussehen der Rhizome zu urteilen, handelt es sich um sehr alte Rhizome, welche auf einer weiter entfernt verlaufenden Weidenwurzel schmarotzen.

1) Ich verdanke diese Angaben der Liebenswürdigkeit des Herrn Geh. Rats Prof. Dr. REINKE.

Die Weide steht an einem sanft geneigten Hange nach einem kleinen Teiche zu. Der Boden besteht an der Stelle des *Gunnera*-Beetes aus einer etwa 50 cm hohen Schicht Humusboden, unter dem reiner feiner Sand, Dünensand, liegt. Alle Wurzeln im *Gunnera*-Beete wurden in der Humusschicht angetroffen, in der Sandschicht wurden Wurzeln überhaupt nicht beobachtet und ebenso auch keine *Lathraea*-Rhizome. Die Weide entsendet offenbar, der wenig mächtigen Humusschicht entsprechend, ziemlich flachstreichende Wurzeln nach dem Teiche zu, und die *Lathraea*-Rhizome folgen dem Verlaufe dieser Wurzeln, auch sie treten nicht aus der Humusschicht in die Sandschicht über, und auch sie wachsen in der Richtung des Teiches, wohl angezogen durch die größere Feuchtigkeit in der Nähe dessen Ränder.

Im *Gunnera*-Beete wurden keine so starken Weidenwurzeln beobachtet, daß sie eine alte *Lathraea* hätten tragen können, sondern nur kleine Wurzeln, deren Zugehörigkeit zu *Salix* sich anatomisch deutlich feststellen ließ. Außer den Weidenwurzeln fanden sich im Beete auch solche von *Ampelopsis quinquefolia* Mchx. (oder einer nahe verwandten Art), die leicht an zahlreichen mit je einem Rhaphidenbündel erfüllten Schleimzellen zu erkennen waren. Die *Ampelopsis*-Pflanzen stehen in der Nähe des Beetes an einer kleinen Brücke. Zu verwechseln waren weder die *Salix*- noch die *Ampelopsis*-Wurzeln von jenen der *Gunnera*, die sich durch ihren starken Gehalt an Gerbstoffen und die starke Entwicklung der Rinde auszeichnen.

Wenn auch keine einer *Salix*-Wurzel aufsitzende Basis einer alten blühbaren *Lathraea* gefunden wurde, so gelangten doch auf den feineren Wurzeln im *Gunnera*-Beete, welche als zu *Salix* gehörend erkannt werden konnten, zahlreiche ganz junge Pflänzchen des Schmarotzers zur Beobachtung. Auf *Ampelopsis*-Wurzeln dagegen wurden *Lathraea*-Keimlinge trotz eifrigen Suchens nicht gefunden. Ebenso zahlreich wie auf *Salix* fand ich aber *Lathraea*-Keimlinge, aber auch ältere, schon mehrfach verzweigte *Lathraea*-Pflänzchen, unzweifelhaften Wurzeln der *Gunnera* aufsitzen. An dünneren Wurzeln der *Gunnera* hatten die Saugwarzen der *Lathraea* den Anschluß an das zentrale Gefäßbündel der *Gunnera*-Wurzel gefunden, an dickeren Wurzeln war dies nicht der Fall, der Saugfortsatz drang hier lediglich mehr oder weniger tief in die bei *Gunnera* auffallend stark entwickelte Wurzelrinde ein.

Es steht demnach unzweifelhaft fest, daß *Lathraea*-Samen auf *Gunnera* auskeimen und auch weiterwachsen können, wurden doch, wie eben betont, nicht nur Keimpflänzchen, sondern auch ältere,

schon mehrfach verzweigte *Lathraea*-Pflanzen auf der *Gunnera chilensis* schmarotzend festgestellt. Das Beet mit *Gunnera manicata* wurde, um die Pflanze zu schonen, nicht untersucht, es ist ja auch unerheblich, ob *Lathraea* auf einer oder auf mehreren *Gunnera*-Arten zu gedeihen vermag. Ob allerdings das Vermögen der *Lathraea* auf *Gunnera* zu schmarotzen so weit geht, daß der Parasit auf *Gunnera* zur Blühreife erstarkt, bleibt eine noch offene Frage, deren Beantwortung im Auge behalten werden soll.

Jedenfalls ist das beobachtete Auskeimen der *Lathraea*-Samen auf *Gunnera*-Wurzeln in mehrfacher Hinsicht merkwürdig genug.

1. Es war bisher nicht bekannt, daß *Lathraea Squamaria* auf einer Staude zu gedeihen vermag, und *Gunnera* ist als Wirtspflanze in dieser Hinsicht noch besonders merkwürdig, da sie besonders fleischige Wurzeln besitzt. Als Wirtspflanzen der *Lathraea* waren bisher nur Holzgewächse bekannt und nur Gewächse mit nicht fleischigen Wurzeln.

2. *Lathraea Squamaria* ist eine Pflanze des subarktischen und mitteleuropäischen Florengebietes, heimisch also auf der Nordhemisphäre der alten Welt; *Gunnera* dagegen ist ein Vertreter der andinen Flora, also eines Gebietes der Südhemisphäre der neuen Welt.

3. Es vermag die *Lathraea Squamaria* den ungemein hohen Gerbstoffgehalt der *Gunnera*-Wurzeln zu ertragen. Vielleicht ermöglicht gerade dieser Gerbstoffgehalt der *Gunnera*-Wurzeln der *Lathraea* das Auskeimen auf der absonderlichen Wirtspflanze, da *Lathraea* offenbar gerbstoffreiche Wurzeln, ich erinnere nur an die Erlenwurzeln, gerne aufsucht.

Botanisches Institut der Universität Kiel, Oktober 1919.

Wellenlänge auf die Pflanzen[1]).

(Mit 9 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 21. November 1919.)

Im vorigen Jahr hatte ich in den Forstgärten zu Tharandt und Schellerhau Pflanzen unter verschiedenem Licht kultiviert. In dem Bericht beschränkte ich mich auf die Mitteilungen über den Einfluß des Lichts auf die Gestaltung der Pflanzen. (Berichte der Deutsch. Botan. Gesellsch. 1918. Bd. 36. Hft. 9). Ich konnte zeigen, wie die Gestaltung der gesamten Vegetation durch den Gehalt des Lichtes an ultravioletten Strahlen beeinflußt wird. Die Versuche hatten mir aber gezeigt, daß die Pflanzen in noch viel eingehenderer Weise dabei verändert werden. Ich habe darum diese Versuche in diesem Jahr erweitert. Ich habe meine Beete in Schellerhau und Tharandt wieder bepflanzt und fand Gelegenheit auch im botanischen Garten zu Dresden einen solchen Versuch aufzustellen.

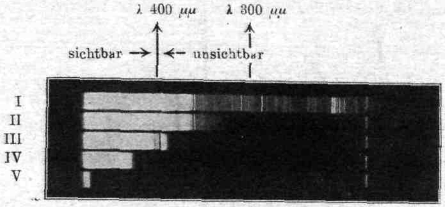
Zunächst sei die Einrichtung der Beete besprochen. Es wurden dazu Kästen verwandt, wie sie für die Einrichtung der Mistbeete gebraucht werden. Um stets eine genügende Durchlüftung zu haben, wurde an der vorderen Wand das untere, an der hinteren Wand das obere Brett jalousieartig aufgestellt. In den Beeten waren Bretter angebracht, die höher und tiefer zu stellen waren, damit die Pflanzen, wenn sie wuchsen, tiefer gestellt werden konnten. Es wurden acht gleiche Kästen hergerichtet. In diese wurden die Pflanzen in möglichst gleicher Verteilung eingestellt und gleichmäßig gepflegt.

Die Lichtarten, welche bei diesem Versuch auf die Pflanzen einwirkten, sind durch die beiden Spektralaufnahmen Abb. 1—2 charakterisiert. Das oberste Spektrum jeder Aufnahme ist das der offenen Bogenlampe, mit der die Aufnahme gemacht wurde. Das Spektrum der offenen Bogenlampe ist erheblich länger als das Spektrum des Sonnenlichts. Das letztere reicht in Intensitäten, die biologisch wirksam werden, bei uns nur bis etwa λ 300 $\mu\mu$, während das Spektrum der offenen Bogenlampe bis λ 200 $\mu\mu$ reicht.

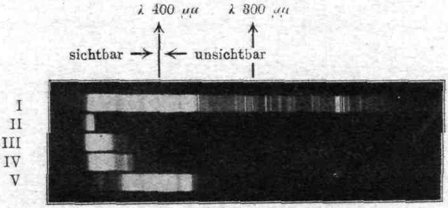
---

1) Vortrag, gehalten am 10. November 1919 in der Dresdner Sektion der Deutsch. Botan. Gesellschaft.

In Beet I, welches unbedeckt blieb, wirkte das volle Tageslicht, also Licht bis etwa λ 300 μμ. Das Beet II war bedeckt mit einem gewöhnlichen Fensterglas. Das zweite Spektrum entspricht dem Licht, das in diesem Beete wirksam war, es reicht bis etwa λ 320 μμ. Im Beet III wirkte Licht, wie es dem 3. Spektrum ent-



I Lichtbogen. II gewöhnliches Glas. III Euphos-a. IV Euphos-b. V Rotes Glas.
Abb. 1.



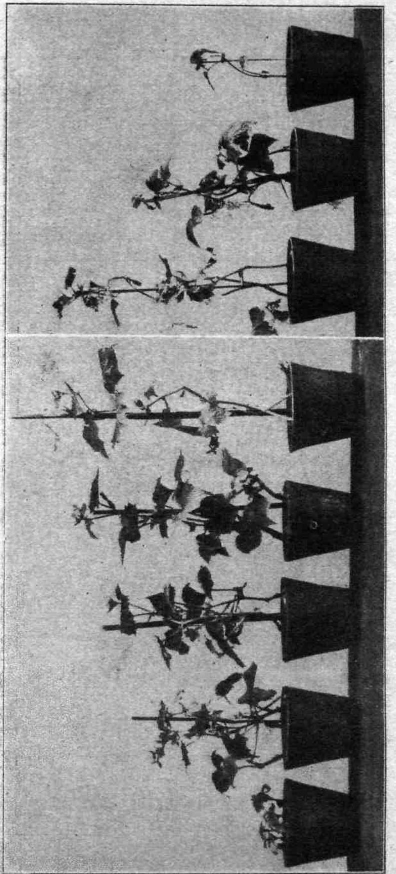
I Lichtbogen. II Rotes Glas. III Gelbes Glas + Euphos-b. IV Grünes Glas + Euphos-b. V Blauviolettes Glas
Abb. 2.

spricht. Es waren die Strahlen von weniger als λ 380 μμ vom Tageslicht durch ein dünnes Euphosglas (Euphos-a) abgeschnitten. In Beet IV wirkte Licht bis λ 420 μμ auf die Pflanzen, das kurzwelligere war durch ein dickes Euphosglas (Euphos-b) absorbiert. Auf dem Beet V war ein rotes Glas angebracht, das noch Strahlen bis λ 560 μμ durchließ. Bei diesen Beeten I—V war also, zunehmend vom kurzwelligen Ende her, das Spektrum verkürzt.

In den folgenden Beeten wurde Licht aus beschränkten Bezirken innerhalb des Spektrums verwandt. Um beschränkte Spektralbezirke zu erhalten, sind die gewöhnlichen gefärbten Gläser nicht geeignet. Ihre Färbung beruht auf ungleicher Absorption, die sich meist über das ganze Spektrum erstreckt. Gelatinefarbfilter, wie sie PRINGSHEIM in den Berichten der Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. 37 beschreibt, sind nicht während einer ganzen Vegetationsperiode lichtbeständig. Um Licht aus beschränkten Spektralabschnitten zu erhalten, habe ich gelbe und grüne Gläser mit Euphosgläsern kombiniert. So habe ich für Beet VI gelbes, für Beet VII grünes Licht erhalten, das ziemlich engbegrenzten Spektralbezirken entspricht. Das Beet VIII war mit einem blauvioletten Glas, das noch viel Ultraviolett durchließ, bedeckt. Die Spektren in Abb. 2 charakterisieren das Licht, das in den Beeten V—VIII auf die Pflanzen wirkte Das erste Spektrum ist wieder das der offenen Bogenlampe, mit der die Aufnahmen gemacht wurden. Das Spektrum 2 ist wieder das des roten Glases wie in Abb. 1. Dann folgte das Spektrum des gelben Lichtes, das in Beet VI wirkt, das nächste Spektrum ist das des grünen Lichts, das in Beet VII wirksam war, und das letzte Spektrum ist das des blauvioletten Glases, das viel Ultraviolett durchließ. Mit diesem Glas war das Beet VIII bedeckt.

Auch der diesjährige Versuch zeigte wie der vorjährige[1], daß sich mit der Lichtart die Gestaltung der Pflanze ändert. Abb. 3 zeigt Gurken, die gleichzeitig gesät und in diesen acht Lichtarten möglichst gleichmäßig gepflegt wurden. Die Pflanzen aus den Beeten I—V zeigen, daß sie um so höher werden, je mehr ihnen vom kurzwelligen Ende her das Licht entzogen wird. Die Aufnahme der Pflanzen aus den Beeten V—VIII zeigt, daß die Größe der Pflanzen nach dem Blau hin wieder abnimmt. In dieser Aufnahme ist gleichsam wie in einer mathematischen Kurve zum Ausdruck gebracht, wie das Licht die Gestaltung der Pflanzen beeinflußt. Daß es sich hier um keinen Zufall handelt, lehrt Abb. 4. Diese Petunien zeigen dieselben Veränderungen in der Gestalt. Bei Fuchsien, Chrysanthemen, Lobelien, Begonien, *Oxalis esculenta* zeigte der aufsteigende wie der abfallende Ast dieser Kurve einen stetigen Anstieg und ebenso einen stetigen Abfall. Der Anstieg war auch bei allen übrigen Versuchspflanzen immer ein stetiger. Der Abfall der Kurven zeigt aber bei einer Anzahl Pflanzen Ungleichheiten. Kartoffeln waren im gelben

1) L. c.



Frei Glas Euphos-a Euphos-b Rot Gelb Grün Blauviolett

Abb. 3. Gurken.

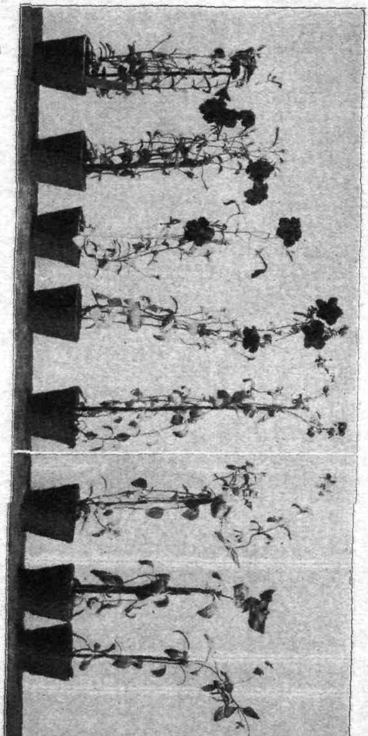


Abb. 4, Petunien.

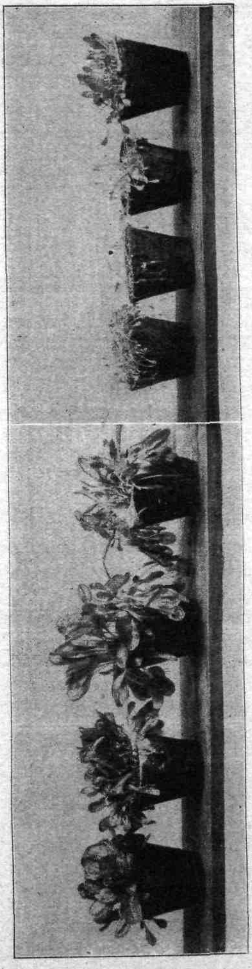


Abb. 5, Grüner Salat.

Licht am schwächsten, im grünen waren sie etwas kräftiger und im blauen waren sie noch kräftiger und größer. Dasselbe fand sich bei roten Rüben. Bei den Petunien waren die Blätter im grünen Licht auffallend groß (vergl. Abb. 4), während bei *Oxalis esculenta* in demselben Licht die Blätter auffallend klein blieben. Bei der dunkelblättrigen Kresse waren die Blätter im blauen Licht besonders klein. Sehr auffällig war das Verhalten des grünen Salats. In den Beeten I—IV wurden die Blätter zunehmend länger und zarter (vergl. Abb. 5). Im roten Licht wurden sie sehr zart. Die Blätter legten sich um, es bestand augenscheinlich ein Mißverhältnis zwischen der Blattfläche und ihrem Stützgerüst. Die Pflanzen blieben in der Entwicklung zurück. Noch ausgesprochener war die Störung im gelben Licht. Dabei waren die Blätter nur ganz schwach grün angefärbt. Im grünen Licht waren die Pflänzchen noch ebenso bleichsüchtig, aber im ganzen doch etwas kräftiger. Im blauen Licht waren sie wesentlich kräftiger und gesättigt grün. Darnach haben wir hier im Gelb und Grün einen Spektralbezirk im Tageslicht, der nicht imstande ist, in den Blättern des grünen Salats in genügender Menge Chlorophyll zu erzeugen.

Von dem grünen Salat waren aus den Beeten I—IV gleichzeitig Pflanzen ins Freilicht gepflanzt worden. Von diesen kamen die unter Euphos-b gezogenen zuerst ins Schießen und Blühen. Sie blühten über und über, als die aus dem Beet I gezogenen Pflanzen die ersten vereinzelten Blüten zeigten. Daß es sich um eine Gesetzmäßigkeit handelt, war daraus zu ersehen, daß die *Beschleunigung der Blütezeit von I nach IV hin zunahm.* Daß die unter Euphosglas gezogenen Pflanzen eher blühten als die im Freilicht und unter gewöhnlichem Glas gezogenen, konnte festgestellt werden bei: Fuchsien, Bohnen und Tomaten. Was die Zahl der Blüten betrifft, so zeigte sich in den Beeten I—IV keine Abnahme derselben (vergl. Abb. 4). Im roten, gelben, grünen, blauen Licht war die Zahl der Blüten stark vermindert und die Blütezeit stark hinausgeschoben. Von Tomaten war in jedem Beet von I—IV eine Pflanze angetrieben und dann ins Freie verpflanzt worden. Die Zahl der Blüten und Früchte war bei den unter Euphos angetriebenen Pflanzen größer als bei den andern. Die Zahl der Früchte nahm von I nach IV hin zu.

Was die Farbe der Blüten betrifft, so wurden sie um so blasser, je mehr den Pflanzen das kurzwellige Licht entzogen wurde. Darauf dürfte die Erscheinung zu erklären sein, daß im Hochgebirge die Farben der Blüten viel gesättigter sind als in

der Tiefebene. Ob die Blüten unter rotem, gelbem, grünem und blauem Licht sich entwickelt haben, hatte keinen auffälligen Einfluß auf ihre Farbe.

Wie verhält es sich nun mit der Färbung bunter Laubblätter? Am schönsten ist der Einfluß des Lichtes an Blättern zu sehen, die in ihrer Oberhaut rote Farbstoffe enthalten. Ich habe rotblätterigen Salat in meinen Beeten das kurzwellige Licht entzogen. Schon wenn den Pflanzen durch gewöhnliches Glas die Strahlen bis λ 320 $\mu\mu$ entzogen wurden, verschwindet ein großer Teil der roten Färbung. Wurden die Strahlen bis λ 380 $\mu\mu$ entzogen, so war alles Rote verschwunden, auch unter den farbigen Gläsern blieb dieser Salat vollständig grün. Bei roten Rüben erhielt ich dasselbe, doch behielten die Blattrippen und Stiele immer noch eine hellrote Farbe. Sehr schön war die Farbenveränderung bei der *Celosia Thomsoni.* Die jungen Pflänzchen, die in die Beete eingesetzt wurden, besaßen dunkelrote Blätter. Die neuen Blätter, die sich in den Beeten bildeten, wurden um so grüner, je mehr ich ihnen das ultraviolette Licht entzog. Wurden ihnen die Strahlen bis λ 420 $\mu\mu$ entzogen, so wurden die neuen Blätter vollständig grün. Die dunkelrote Krone änderte nur insofern die Farbe, als sie heller wurde. Sehr schön war die Farbenänderung der Blätter bei der roten *Begonie.* In Beet III hatten die Blätter nur noch einen ganz schwachroten Saum, in IV—VIII waren sie vollständig grün. Der Versuch lehrt also, daß die roten Farben in der Oberhaut der Pflanzen, mit denen ich gearbeitet habe, durch das ultraviolette Licht erzeugt werden. Es galt die Probe auf das Exempel zu machen. War diese Beobachtung richtig, so mußte, wenn die in den Beeten IV—VIII gezogenen Pflanzen ins volle Licht gebracht wurden, sich die Rotfärbung wieder einstellen. In der Tat war dies der Fall! Pflanzen von rotblättrigem Salat waren in Beet IV gezogen, sie waren vollständig grün und größer als die gleichen Pflanzen, die mit dunkelroter Färbung in Beet I gezogen waren. Von den Pflanzen, die in Beet IV grün geblieben waren, wurden mehrere nach Bett I versetzt, schon am zweiten Tag zeigten sie rote Flecken, und in 8 Tagen waren sie ebenso dunkelrot wie die Pflanzen, die von Anfang an in Beet I gezogen waren. Derselbe Versuch wurde mit den roten *Begonien* ausgeführt. Ich erhielt so in derselben Zeit eine drei- bis viermal größere Pflanze, die dieselben Schmuckfarben zeigte wie die Pflanzen, die von Anfang an im Freilicht gezogen waren. Dasselbe Resultat lieferte der gleiche Versuch mit *Celosia Thomsoni.* Ich kann also durch Licht verschiedener Wellenlänge nicht nur die Gestaltung der Pflanzen

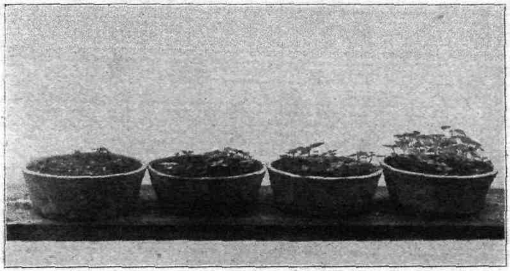
beeinflussen, ich vermag rotblättrige Pflanzen in grüne zu verwandeln und kann diese wieder erröten lassen. Ob sich gärtnerisch dieser Versuch verwerten läßt, muß ich Sachverständigen zu entscheiden überlassen. (Der Versuch wird durch Demonstration von Lumière-Aufnahmen illustriert.)

Wie ich aus der Literatur entnehme, scheinen über die Bedeutung des roten Farbstoffes in der Oberhaut der Blätter noch verschiedene Ansichten zu bestehen. Die einen meinen, daß dem roten Farbstoff die Bedeutung eines Schirms gegen den störenden Einfluß der Sonnenstrahlen zukommt, die anderen nehmen an, daß der rote Farbstoff im Dienste der Wärmeabsorption steht. Die durch den roten Zellsaft zurückgehaltenen Strahlen sollen eine für die Pflanze vorteilhafte Erwärmung bewirken. Gegen den Lichtschutz macht man geltend, daß die Lichtabsorption im Blattrot komplementär ist zu der Absorption im Chlorophyll. Bei den oben erwähnten Versuchen habe ich keine Schädigung beobachtet, wenn ich die Pflanzen, denen dieser Schutzschirm fehlte, ins volle Licht brachte. In wenig Tagen hatte sich der rote Farbstoff gebildet. Anders verlief ein Versuch mit Blutbuchen. In Tharandt habe ich jungen Blutbuchen das Licht vom kurzwelligen Ende her entzogen. Je mehr ich das Spektrum des Lichts vom kurzwelligen Ende her verkürzte, desto grüner wurden die Blätter. Unter dem roten Glas hatten die Blutbuchen große, vollständig grüne Blätter entwickelt. Anfang Juni setzte ich eine solche Pflanze aus dem roten Licht ins volle Tageslicht. Es war ein sonniger Tag mit etwas wechselnder Bewölkung. Am nächsten Tag wurde es trübe, und das trübe Wetter hielt an, bis ich nach 14 Tagen dazu kam, meinen Versuch wieder anzusehen. An meiner Blutbuche waren die schönen grünen Blätter alle vertrocknet und junge Blätter, die noch nicht entfaltet waren, als ich die Pflanze ins Freilicht setzte, hatten sich entfaltet und waren prächtig rot gefärbt. Ich habe denselben Versuch nochmals wiederholt. Es war diesmal ein trüber Tag, als ich die grüne Blutbuche ins Freie setzte. Das Resultat war dasselbe. Leider standen mir in diesem Jahr nicht mehr Exemplare zu diesem Versuch zur Verfügung. Es sieht aus, als ob der rote Farbstoff bei den Blutbuchen einen Lichtschutz ausübt.

Bei dem Versuch in Schellerhau hatte ich in diesem Jahr Eichen gesät. Dieselben zeigten sehr ausgesprochen die Gestaltsveränderung, die ich auch sonst gefunden hatte. Sehr auffällig war die Färbung der jungen Eichenblätter. Im Freilicht waren sie wunderschön gelbrot gefärbt, unter gewöhnlichem Glas war diese bunte Färbung wesentlich geringer, unter Euphosglas und

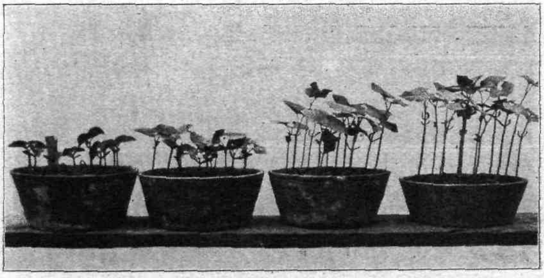
unter rotem Glas war sie nicht zur Ausbildung gekommen, diese Blätter waren gleichmäßig grün.

Mehrfach war mir bei den Versuchen aufgefallen, daß die



Frei Glas Euphos a Euphos-b

Abb. 6, Brennesseln.



Frei Glas Euphos-a Euphos-b

Abb. 7, Bohnen.

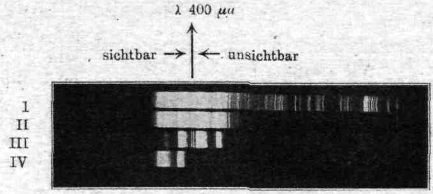
Samen unter Euphosglas eher aufgingen als unter gewöhnlichem Glas und im Freilicht. Ich bemerkte es zuerst beim Salat. Als ich dies mit Herrn Prof. SCHWEDE besprach, empfahl er mir, mit Brennesselsamen einen Versuch zu machen. In vier Schalen

wurden je hundert Samen dieser Pflanze gesät und die Schalen in die Beete I—IV gestellt. Die Samen in IV kamen 6 bis 7 Tage eher als diejenigen in I. Nach 14 Tagen zeigten sich in der Schale I 20, in der Schale II 23, in der Schale III 56, in der Schale IV 58 Pflanzen. Die Größe der Pflanze nahm von I nach IV hin zu. Der Versuch wurde nochmals wiederholt, es wurden in jede Schale am 22. VIII. 50 Samen gesät. Aufgegangen waren davon in Schale I am 7. IX. 10, in Schale II am 3. IX. 20, in Schale III am 1. IX. 25, in Schale IV am 1. IX. 37 Pflänzchen. Auch dieser Versuch zeigte, daß bei den Brennesseln der Samen rascher und reichlicher aufgeht, wenn man dem Licht die ultravioletten Strahlen entzieht. (Vgl. Abb. 6). Wie das verschiedene Licht das Treiben der Pflanzen fördert, zeigt Abb. 7 von Bohnen, die gleichzeitig gesät und in den Beeten I—IV angetrieben wurden.

Wie beeinflussen die verschiedenen Lichtarten die Entwicklung des Chlorophylls? Zu diesem Versuch wurden Buschbohnen, Saubohnen, Kartoffeln im Dunkeln gezogen. Als sich die ersten Blätter gebildet hatten, wurden die Pflanzen in die Versuchsbeete gestellt. Ich hatte erwartet, daß die ins Freilicht gesetzten Pflanzen am raschesten ergrünen würden. Das Gegenteil war der Fall! Am ehesten ergrünten sie in rotem Licht. Dann folgten der Reihe nach die unter Euphos-b, Euphos-a und gewöhnliches Glas versetzten Pflanzen, zuletzt ergrünten die Pflanzen im Freilicht. In den Beeten V—VIII waren auch kleine Differenzen festzustellen, aber in allen Beeten waren die Pflanzen eher ergrünt als im Freilicht. Es muß also im Freilicht ein Faktor vorhanden sein, der das Ergrünen verzögert. Nach meiner Versuchsanordnung können dies nur die Strahlen am Ende des Ultraviolettes sein. Der Versuch ist, da zunächst an Zufälligkeiten gedacht wurde, siebenmal wiederholt worden. In jeden Kasten waren mit der Zeit etwa 30 Pflanzen untergebracht worden. Es kam immer zu demselben Resultat. (Der Versuch wird durch Demonstration von Lumière-Aufnahmen illustriert.)

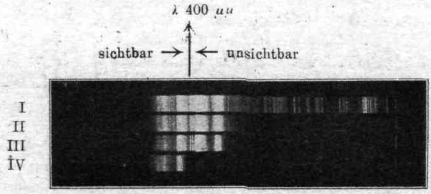
*Exacum*pflanzen, die in Treibbeeten gezogen waren, wurden, als sie anfingen zu blühen, in meine Versuchsbeete gebracht. Schon nach 10 Tagen zeigten sich Differenzen in der Gestaltung der Pflanzen, denen das kurzwellige Licht entzogen war; und auch die Farbe der Blätter und Blüten hatte sich verändert. Die Farbe der Blüten war heller, die der Blätter grüner geworden. Alle drei Faktoren erhöhten das Aussehen der unter Euphos gezogenen Pflanzen. Nach drei Wochen, als die Augustsonne auf die Pflanzen

eingewirkt hatte, waren die Laubblätter der Pflanzen in Beet I und II vergilbt, während die unter Euphosglas gehaltenen Pflanzen noch schöne grüne Laubblätter zeigten. Es deckt sich diese Beobachtung mit denen eines Handelsgärtners, dem ich schon vor Jahren ein Euphosfenster zu Versuchen überlassen hatte. Er wußte nichts von den Eigenschaften des Euphosglases, er sollte



I Lichtbogen. II Scheibenglas. III Rohglas. IV Euphosglas.

Abb. 8.



I Lichtbogen. II Scheibenglas. III Rohglas, doppelt belichtet. IV Euphosglas.

Abb. 9.

mir nur berichten, ob er Unterschiede zwischen diesem und gewöhnlichem Glase feststellen könne. Am Ende der Vegetationsperiode berichtete er, daß unter Euphosglas die Pflanzen größer geworden und länger grün geblieben wären als unter gewöhnlichem Glas, daß er im Hochsommer nicht nötig hatte, die Pflanzen unter Euphosglas zu schattieren. Meine Versuche zeigen, daß dieser Gärtner eine gute Beobachtungsgabe besitzt.

Wie mir von sachverständiger Seite gesagt wurde, wird viel-

fach, vor allem in Holland, für das Antreiben der Pflanzen das Rohglas dem gewöhnlichen Scheibenglas vorgezogen. Das Rohglas absorbiert viel mehr sichtbares Licht als das Scheibenglas. Das Rohglas ist trüber und dicker als das Scheibenglas, es absorbiert in dem sichtbaren Spektralteil erheblich stärker als das Scheibenglas. Das sichtbare Licht besorgt die Assimilation. Wie kommt es, daß unter weniger Licht die Pflanzen besser gedeihen?

Ich habe deshalb diese Gläser auf ihr Lichtabsorptionsvermögen verglichen. In Abb. 8 ist das erste Spektrum wieder das der offenen Bogenlampe, bei Spektrum 2 ist ein Scheibenglas, bei Spektrum 3 ein Rohglas, und bei Spektrum 4 ein Euphosglas in den Strahlengang eingeschalten. Vergleicht man das Spektrum 2 und 3, so sieht man schon hieran, daß das Spektrum des Rohglases im sichtbaren Teil wesentlich schwächer ist als das des Scheibenglases. In Ultraviolett verkürzt das Rohglas ganz erheblich das Spektrum gegenüber dem Scheibenglas. In Abb. 9 sind dieselben Gläser nochmals aufgenommen, nur ist das Spektrum des Rohglases doppelt so lang belichtet als das des Scheibenglases. Jetzt erscheint der sichtbare Anteil der beiden Spektren gleich, aber das Rohglas absorbiert immer noch erheblich stärker in Ultraviolett als das Scheibenglas. Könnte nicht aus dieser verschiedenen Absorption in Ultraviolett sich die verschiedene Wirkung dieser Gläser erklären? Wenn dies der Fall wäre, so müßte ein Glas wie das Euphosglas, welches das Ultraviolett noch vollständiger absorbiert und die auf die Assimilation wirkenden Lichtstrahlen besser durchläßt, sich noch besser zu solchen Zwecken eignen.

58. M. Nordhausen: Die Saugkraftleistungen abgeschnittener, transpirierender Sprosse.

(Eine Entgegnung.)

(Eingegangen am 22. November 1919.)

Äußere Umstände hatten mich bisher daran gehindert, zu der im vorigen Sommer von RENNER[1]) an meinem Messungsverfahren[2]) geübten Kritik Stellung zu nehmen. Ich möchte dies jetzt nachholen unter Beifügung einiger Ergänzungen, die etwa noch bestehende Mißverständnisse und Unklarheiten beseitigen sollen.

Die auf demselben Gebiet von RENNER ausgeführten Messungen mit ihren höchst unsicher und übertrieben erscheinenden Resultaten hatten mich seiner Zeit zur Ausarbeitung eines neuen Verfahrens veranlaßt, das tatsächlich erheblich niedrigere Saugwerte zutage förderte RENNER beanstandet jetzt seinerseits meine Methode und billigt ihr höchstens zu, daß sie „auf eine kaum genauere Weise“ als die seine arbeite. Sehe ich davon ab, daß nach meinen neusten Versuchen, über die ich demnächst in anderem Zusammenhange zu berichten gedenke, der RENNERschen Methode überhaupt jeder praktische Wert eines Messungs- oder Schätzungsverfahrens abzusprechen ist, so kann ich den Einwänden RENNERs gegen mein Verfahren in keinem Falle eine irgendwie erhebliche Bedeutung beimessen.

In meinen Versuchen deckten die abgeschnittenen Zweige ihren Wasserbedarf durch einen zylindrisch gestalteten, porösen Tonwiderstand hindurch, auf dem sie mit plastischem Ton gekittet waren. Der Wasserverbrauch, der in dem sich anschließenden Potetometer gemessen wurde, bildete im Verhältnis zu der entsprechenden Wirkung einer Wasserstrahlpumpe das Maß der Saugkraft. RENNER beanstandet nun zunächst, daß die Zweige gegenüber der *Luftpumpe* dadurch erheblich benachteiligt gewesen wären, daß letztere zwar den ganzen Widerstandsquerschnitt, erstere aber durch ungenaues Aufeinanderpassen des Holzteiles und durch

1) O. RENNER, Versuche zur Mechanik der Wasserversorgung. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 86, 1918 p. 172.

2) M. NORDHAUSEN, Zur Kenntnis der Saugkraft und der Wasserversorgung transpirierender Sprosse. Jahrb. f. wiss. Bot. 58, 1917 p. 295. — Hier findet sich auch die wichtigere Literatur zusammengestellt.

Ausfall des ja nicht leitenden Markes nur einen Bruchteil desselben zur Verfügung gehabt hätten. Wohl hatte ich im wesentlichen diesen Gesichtspunkten durch die Versuchsanstellung und Wahl der Objekte stillschweigend Rechnung getragen, nur glaubte ich die Folgen vernachlässigen zu können. Daß ich tatsächlich hierbei im Recht war, werde ich sofort durch Zahlenangaben beweisen[1]).

Die Versuchszweige waren stets, wie ich besonders betonen möchte, an ihrem unteren Ende geringelt. Wenn ich den Durchmesser ihres Holzzylinders als nur „gut" übereinstimmend mit dem der Widerstände bezeichnete (N. p. 300) — soweit kleinere Unterschiede vorkamen, waren die Holzzylinder allerdings eher eine Spur kleiner als größer, um die äußeren Jahresringe voll ausnutzen zu können — so sollte damit nur zum Ausdruck kommen, daß eine absolute Deckung beider, wie sie in der beigegebenen Figur 1 auch dargestellt wird, sich praktisch ohne störende Eingriffe nie ganz verwirklichen läßt. Tatsächlich betrug die Differenz, wie ich auch an inzwischen erneut ausgeführten Versuchen bestätigt fand, bei einem Gesamtdurchmesser von 6 mm nicht mehr als etwa 1 bis 2 fünftel Millimeter. Was das Mark anbelangt, so wurden Zweige mit grösserem Markdurchmesser wie die von *Sambucus, Fraxinus* u. a. stets absichtlich gemieden. Im übrigen ergaben nachträgliche Messungen an gleichartigen Zweigen der von mir seinerzeit benutzten Pflanzen folgende Durchschnittswerte für den Markdurchmesser: *Chamaecyparis pisifera:* 0,2 mm; *Ligustrum Stautoni*: 0.3 mm; *Fagus sylvatica:* bei etwas von der Kreisform abweichendem Querschnitt im Mittel 0,9—1,0 mm; *Parottia persica:* 1,25 mm; *Syringa vulgaris:* 1,5—1,7 mm. Wie letztgenannte Pflanze verhält sich auch

1) Ganz ungerechtfertigt ist es, wenn RENNER aus meinen Versuchen mit *Anthriscus*-Blättern, denen er eine von mir gar nicht beabsichtigte Bedeutung beilegt (vergl. den Titel meiner Arbeit), den Vorwurf ableitet, ich hätte allgemein die Querschnittsverschiedenheit der für die Wasserleitung in Frage kommenden Teile der Pflanze gegenüber der der Widerstände ungenügend berücksichtigt. Jene *Anthriscus*-Versuche waren Vorversuche, die ich ausschließlich im zeitigen Frühling als ersten Anfang meiner Arbeit und später nicht wieder ausgeführt habe, aber trotz ihrer von mir selbst erwähnten Mängel anhangsweise mitteilte, weil sie in Bezug auf die untere Grenze der Saugkraft ganz beachtenswerte Resultate aufwiesen. RENNERs Kritik wiederholt dabei nur in schärferer Form meine eigene, wobei von der falschen Voraussetzung ausgegangen wird, daß für den Blattstiel allein die Gefäßbündelquerschnitte in Frage gekommen wären, während tatsächlich die vorher isolierten Bündelenden, wie ich hier ergänzend hervorheben möchte, meist mehr oder minder flach der Stirnfläche des Widerstandes angepreßt waren und einen erheblichen Teil derselben gleichförmig bedeckt hatten; was natürlich einen wesentlichen Unterschied bedeutet.

Chrysanthemum indicum, soweit mastig gezogene Individuen vermieden werden, wie ich dies bei den wenigen von mir mit dieser Pflanze durchgeführten Versuchen stets getan habe.

Welche praktische Bedeutung allen diesen Abweichungen zukommt, können wir leicht an einem Zahlenbeispiel verfolgen, das mit einem Durchmesserunterschied von $^2/_5$ mm und einem Markzylinder von 2 mm, selbst die ungünstigste Kombination der oben aufgezählten Abweichungen noch übertrifft. Wie leicht zu berechnen ist, bleibt alsdann die Querschnittsfläche des saugenden Holzteiles mit genau 24 % hinter der des vollen Widerstandes, die der Luftpumpe zur Verfügung steht, zurück. Um den gleichen Prozentsatz würde die Blattsaugung gegenüber der Pumpensaugung benachteiligt sein und in der Berechnung der Saugkraft zu klein ausfallen, wenn beim Transpirationsversuch der Widerstand nur mit jenem vermindertem Querschnitt in seiner vollen Länge hätte ausgenutzt werden können. Das ist aber natürlich nicht der Fall. Da der filtrierende Wasserstrom sich gleichmäßig im Widerstand auszubreiten bestrebt war, so wurde jener größtenteils in seinem vollen Querschnitt durchflossen und nur an seinem oberen, der Pflanze benachbarten Ende fielen einige Teile aus, etwa als ob er dort „kegelförmig" verjüngt gewesen wäre. Nehmen wir an, daß die Ausbreitung des Wasserstromes bezw. die „Verjüngung" des Widerstandes sich nur sehr allmählich vollziehen kann, so belehrt uns die Skizze eines Längsschnittes, daß diese Bedingung schon erfüllt ist, wenn die Höhe des „abgestumpften Kegels" mit etwa 1 cm in Ansatz gebracht wird. In diesem oberen, 1 cm langen Endstück konzentriert sich somit gewissermaßen der ganze Unterschied. Käme dieses Endstück allein nur zur Verwendung, d. h. wäre der Tonwiderstand nur 1 cm laug, dann würde der Filtrationswiderstand des „Kegels" (Zweigsaugung) um $^{24}/_2 = 12\,\%$ größer sein als der der vollen Zylinderform (Luftpumpe). — Wir denken uns den abgestumpften Kegel ersetzt durch einen gleich hohen Zylinder mit einem Querschnitt, der dem aritbmetischen Mittel aus den beiden Grundflächen des Kegels entspricht — Nun hatten aber die von mir benutzten Tonwiderstände meist eine Länge von 3 und 6 cm, somit verringert sich die angegebene Differenz weiterhin auf $^1/_3$ bezw. $^1/_6$ von 12 %, d. h. selbst unter ganz ungünstigen Verhältnissen bedingen die von RENNER gerügten Querschnittsverhältnisse nur eine Verkleinerung des Saugwertes um höchstens 4 bezw. 2 %, sind also mit vollem Recht zu vernachlässigen, in der Mehrzahl der praktitch in Frage kommenden Fälle sogar zahlenmässig überhaupt nicht zu erfassen.

Ein weiterer Einwand RENNERs richtet sich gegen die Verwendung des plastischen Tones, der Sproß und Widerstand in äußerst dünner Schicht verkittete und direkt oder indirekt durch Verstopfung der wasserleitenden Holzelemente den Widerstand zu ungunsten der Zweigsaugung ungebührlich vergrößert haben soll. Prinzipielle Bedeutung hat dieser Einwand von vornherein nicht, denn wie auch RENNER in allerdings unklarer, ja direkt mißverständlicher Weise erwähnt, habe ich in dieser Richtung mit *Chamaecyparis* mit Hilfe der Luftpumpe direkte Vergleichsmessungen vorgenommen und kritisch besprochen; sie ergaben ganz geringfügige Differenzen, die meist hätten vernachlässigt werden können, vielfach aber doch in Rechnung gestellt wurden (N. p. 305). Weshalb diese Versuche zum mindesten für *Chamaecyparis* nicht beweisend sein sollen, wird gar nicht zu begründen versucht. Tatsächlich scheint es RENNER vor allem auf den Hinweis anzukommen, daß meine übrigen Objekte als Dikotylen mit ihrem anders gebauten Holzkörper nicht mit einer Conifere verglichen werden können. Ich will die theoretische Berechtigung dieses Einwurfs nicht ganz bestreiten, obwohl ich seinerzeit ein anderes Verhalten nicht glaubte voraussetzen zu brauchen, da erfahrungsgemäß die Gefäße der jüngeren Zweige, auf die es hier allein ankommt, nur ein kleines Lumen besitzen. Die Richtigkeit meiner Annahme will ich aber jetzt nachträglich beweisen.

Genau wie mit *Chamaecyparis* habe ich neuerdings Vergleichsversuche mit *Fagus sylvatica* angestellt, d. h. ich habe die Pumpe einmal direkt am Widerstande, das andere Mal unter Zwischenschaltung eines entlüfteten[1]) Buchenholzzylinders, der hier wie dort aus einem der üblichen, sonst verwerteten Zweige durch Entrindung gewonnen und mit Ton auf den Widerstand in der gewohnten Weise gekittet war, saugen lassen. Diese Versuche, die gleichzeitig neben dem Widerstand der Tonschicht und etwaiger Verstopfungen der Leitelemente auch die üblichen Abweichungen der Querschnitte und im wesentlichen auch den Markzylinder mit berücksichtigen — für die Saugwirkung der Luftpumpe ist das Markgewebe mit seinen kleinen Interzellularen und deren physikalischen Eigenschaften wohl so gut wie undurchlässig — ergaben mit einem Tonwiderstand von 5 cm Länge eine Differenz, die im

1) Wie eine solche Entlüftung durchzuführen ist, habe ich in der ersten meiner beiden Arbeiten (p. 625), auf die verschiedentlich mit Nachdruck in der zweiten verwiesen wurde, gezeigt. Eine abgekürzte Ausdrucksweise, wie ich sie gelegentlich anwandte, hätte meines Erachtens eigentlich kaum mißverstanden werden können (vergl. R. p. 174).

ungünstigsten Falle ca. 10 % erreichte, im wesentlichen aber nur 4 % betrug, also ziemlich ähnlich wie früher, bezogen auf die gleiche Länge des Widerstandes eine Kleinigkeit größer, ausfiel als dort und dementsprechend behandelt werden konnte[1]). Es besteht kein Zweifel, daß die anderen Versuchsobjekte sich bei entsprechender Prüfung ähnlich verhalten hätten. Eine vergleichende Messung des mittleren Durchmessers ihrer im Frühjahrsholz vorkommenden, also größeren Gefäße, ergab bei allen von mir seinerzeit benutzten, obengenannten Pflanzen, abgesehen von *Syringa*, stets durchschnittlich kleinere Werte als bei *Fagus*. Nur bei *Syringa* waren die ausgesucht größten Gefäße um wenige Prozente größer als die ihnen entsprechenden der Buche. Bemerkenswert ist, daß bei *Parottia* die Querschnittsfläche der Gefäßlumina sogar hinter der der Frühjahrstracheiden von *Chamaecyparis* zurückbleiben (diese Vergleichsform wurde gewählt mit Rücksicht darauf, daß die Tracheiden rechteckige, die Gefäße runde bis ovale Querschnitte aufwiesen[2]).

Auch aus theoretischen Erwägungen erweist sich die von RENNER befürchtete Verstopfungsgefahr als gar nicht groß. Daß bei meiner Versuchsanstellung die Tonteilchen als solche in nennenswerter Menge in die Gefäße eindringen und dort Verstopfungen hervorrufen, ist höchst unwahrscheinlich. Gerade infolge der weichen Konsistenz der Tonmasse einer- und der Wasserfüllung der Gefäße andererseits konnte sich bei dem kurzen Augenblick des Zusammendrückens von Sproßachse und Widerstand der Kitt höchstens vielleicht ein wenig in die äußersten Mündungen der Gefäße hineinwölben. Im übrigen ist die Fähigkeit des Zusammenhaftens der einzelnen Tonpartikelchen eine überraschend große. Überschichtet man in einem Glasgefäß Ton der beschriebenen Art mit Wasser, so bleibt dieses selbst bei stärkerer Bewegung immer noch klar; es bedarf schon eines energischeren Durcharbeitens, um eine Trübung d. h. ein Ablösen der Tonteilchen

---

1) Vermutlich wäre wohl der Unterschied auch noch geringer ausgefallen, wenn ich nicht die Entlüftung des Holzzylinders durch Abkürzung des Verfahrens etwas weniger gründlich ausgeführt hätte.

2) Im Durchschnitt aus zahlreichen Messungen ergaben sich für den mittleren Durchmesser der Frühjahrsgefäße (arithmetisches Mittel aus dem größten und den kleinsten Durchmesser eines Gefäßes) folgende Zahlenwerte, wobei bei auffälligeren Größenunterschieden die ausgesucht größten Gefäße noch gesondert für sich berücksichtigt wurden: (1 τ = knapp 4 μ) *Fagus:* 8,1 τ (größte Gefäße: 9,1 τ); *Syringa:* 7,9 τ (größte Gefäße 10,7 τ); *Ligustrum:* 7,6 τ; *Chrysanthemum:* 7,9 τ; *Parottia:* 5,8 τ. Die Querschnittsflächen der Gefäßlumina von *Parottia:* 25 □ τ, die der Tracheiden von *Chamaecyparis:* 27 □ τ.

hervorzurufen. Letztere bilden aber auch aus gleichem Grunde vielzu sperrige Flöckchen, als daß sie in den wasserleitenden Zellen der beschriebenen Größe fortbewegt werden könnten.

Daß ferner Luftblasen während der Zusammenstellung der Versuche von der Schnittfläche aus in die Gefäße gelangt sein könnten, ist ausgeschlossen. Die Schnittflächen waren stets mit Wasser benetzt und aufs peinlichste war darauf geachtet worden, daß im Moment des Eindringens in den plastischen Ton immer ein größerer Wassertropfen daran hing. Auch der Einwurf, daß vielleicht zufällig von vornherein Luftblasen gerade in der Nähe der Schnittfläche sich in den Gefäßen befunden und diese somit verstopft hätten, ist vollständig hinfällig. Das Abschneiden der Versuchszweige vom Baum geschah bei den Laubhölzern stets unter Wasser; etwa dort befindliche Luftblasen hätten daher im Gegenteil durch das jetzt heftig hineinstürzende Wasser fortgeführt werden müssen. Dort war also das Gefäßlumen wohl sicher luftfrei. Ebenso willkürlich ist die Annahme des Eindringens von Gas„keimen" in die Gefäße zusammen mit den Tonteilchen, was ich für letztere ja schon bestritten hatte. Wären solche überhaupt in der Kittmasse in störender Weise vorhanden gewesen, so hätten doch gerade in ihr zu allererst Unterbrechungen der Wassersäulchen entstehen müssen. Der ganze Versuch wäre fast von Anfang an unmöglich gewesen. Aber selbst nur Störungen waren trotz ihrer charakteristerischen Begleiterscheinung (N. p. 317) nicht zu bemerken. Übrigens hätten sich solche auch bei den vorhin erwähnten Vergleichsversuchen an *Chamaecyparis*- und *Fagus*-Holzstücken mit einer sehr gut wirkenden Wasserstrahlpumpe in den gefundenen Zahlen schon deutlich wiederspiegeln müssen[1]).

Zusammenfassend glaube ich mit vollem Recht nach wie vor eine wesentlich andere Meinung über die Genauigkeit meiner Versuche als RENNER vertreten zu können und ihnen den Wert von brauchbaren, wenn auch vielleicht nicht allzu genauen Messungen beilegen zu dürfen. Selbstverständlich bin ich mir wohl bewußt, daß die Genauigkeit der Saugmessungen nur eine relative sein kann und, da gewisse unsichere Momente dauernd mit hineinspielen, bis zu einem gewissen Grade den Charakter von Schätzungen behalten. Hierzu rechnet z. B. der Umstand, daß die Größe der von mir zwar im allgemeinen Durchschnitt berücksichtigten Fehler

1) Die Pumpenleistung betrug 72 cm Hg (*Chamaecyparis*) bezw. 68 cm Hg (*Fagus*), wobei z. B. im ersten Falle ein Vakuum von nur 15 mm Hg festgestellt wurde.

im speziellen Versuch nicht genau feststeht, vor allem aber auch und hierin scheint RENNER mit mir übereinzustimmen, daß bei unseren beiden Methoden die Berechnung mittelst Extrapolation erfolgt und damit eine strenge Proportionalität zwischen Filtrationsgeschwindigkeit und Saugkraft auch da voraussetzt, wo sie der Kontrolle entzogen ist. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß in diesem Punkt für meine Versuche die Verhältnisse in Anbetracht der viel besser geklärten Eigenschaften der Tonwiderstände und der relativ geringen Größe der von mir gefundenen Saugwerte ungleich günstiger liegen als für die RENNERs.

Einschränkungen solcher Art konnten und durften mich aber schon allein mit Hinsicht auf eine leichtere Nachkontrolle nicht davon abhalten, mindestens für den Anfang alle irgendwie erheblichen und zahlenmäßig zu erfassenden Faktoren mit zu berücksichtigen, auch wenn sie sich für die Zukunft praktisch als nicht so wesentlich herausstellen sollten. Unverständlich ist es mir daher, wenn RENNER hieran Anstoß nimmt und mir, was von einem Physiologen eigentlich am letzten erwartet werden sollte, die Messung und Verwertung der Temperatur, zum besonderen Vorwurf macht, während er selbst in seiner Hauptarbeit vielfach die „groben Schätzungen" der Saugwerte von mehreren Atmosphären bis auf den Zentimeter Quecksilber genau ausrechnet!

Über die Verwendbarkeit meiner Methode zu Messungen der Saugleistung transpirierender Freilandhölzer werde ich demnächst berichten, wo auch noch auf die Wasserversorgungsfrage zurückzukommen sein wird. Hier kam unter anderem auch ein Verfahren zur Anwendung, in dem eine direkte Verletzung der Wasserleitbahnen vermieden wurde. Gefunden wurden an ähnlichen Objekten wie früher unter z. T. sehr günstigen Transpirationsbedingungen Saugwerte bis zu ungefähr 4 Atmosphären.

59. Fr. Herrig: Über Spermazellen im Pollenschlauch der Angiospermen.

(Vorläufige Mitteilung.)
(Mit Tafel VI).
(Eingegangen am 25. November 1919.)

In der Pollenschlauch-Literatur ist wenig über die Entwicklung der generativen Zelle der Agiospermen enthalten. Fast nur in embryologischen Arbeiten finden wir diesen Punkt berührt und hier, je nach dem untersuchten Objekt, in verschiedener Weise gedeutet. So geben z. B. COULTER und CHAMBERLAIN, Miß SARGANT, JUEL, LAGERBERG und GAGER die Erhaltung des Plasmas der generativen Zelle nach der Bildung der Spermazellen im Pollenschlauch an, während ein anderer Teil der Forscher wie GUIGNARD, STRASBURGER, KÖRNICKE, SHIBATA, NAWASCHIN nur nackte Spermakerne annehmen. Ein klares Bild läßt sich aus diesem zum Teil widersprechenden Arbeiten nicht gewinnen, und diesem Umstand ist es offenbar zuzuschreiben, daß der Standpunkt, der heute in den Lehrbüchern eingenommen wird, der ist, daß sich im Pollenschlauch der Angiospermen nach Teilung der generativen Zelle nur zwei nackte Spermakerne vorfinden, im Gegensatz zu den Gymnospermen, deren Spermazellen bis zur Befruchtung erhalten bleiben. Indessen scheint diese von dem Verhalten der Liliaceen hergeleitete Norm nicht für alle Angiospermen zuzutreffen.

Die Schwierigkeit der Untersuchung liegt ohne Zweifel in der Seltenheit des der Beobachtung günstigen Entwicklungsstadiums, und in der geringen Möglichkeit auf dünnen Mikrotomschnitten so zarte Plasmastrukturen zu erhalten. Nun gibt es aber in der künstlichen Kultur des Pollenschlauches wohl ein Mittel, diese Frage von neuem unter günstigeren Bedingungen in Angriff zu nehmen. Schwierigkeiten machen dabei nur die Färbung und Differenzierung. Trotzdem glückte es mir in mehreren Fällen je zwei Spermazellen zu sehen, einmal in den Pollenschläuchen von *Butomus umbellatus* L. und zweitens in denen der Crassulacee *Echeveria Desmetiana* L.

Die Pollenkörner von *Butomus umbellatus* wurden auf 1%tigem Zuckeragar (1% Agar) in der feuchten Kammer kultiviert, wo sie

nach kurzer Zeit lange, gerade Schläuche trieben. Nach 36 Stunden wurden sie auf dem Deckgläschen mit Chromessigsäure oder über 2%tiger Osmiumsäure fixiert, nur kurz gewässert durch Betropfen mit Aqu. dest. und etwa eine Stunde lang in einer Lösung von Fuchsin und Malachitgrün in 25%tigem Alkohol gefärbt. Hinterher wurde mit absolutem Alkohol ausgewaschen und in Canadabalsam überführt. In einem gut gefärbten Präparat waren dann das Pollenschlauchplasma und der vegetative Kern rot gefärbt, das generative Plasma der ellipsoiden Spermazellen blaurot und ihre Kerne blau (Fig. 1). Hinter den Spermazellen sind zwei dunkle Körperchen sichtbar, wahrscheinlich Nucleolen, die bei der Kernteilung ausgestoßen wurden und in Auflösung begriffen sind. Der vegetative Kern ist stets weit vorauf an der Schlauchspitze zu finden. Ein wesentlich klareres Bild gibt Figur 2. Hier ist die Grenze zwischen dem Schlauchplasma und dem generativen Plasma deutlich zu erkennen. Die Zellen sind schwach oval. Die Kerne wären in diesem Falle diffus gefärbt, an anderen Präparaten waren chromatische Substanz und Nukleolen gut differenziert. Das generative Plasma erscheint von feinkörniger homogener Beschaffenheit, während das Schlauchplasma bereits grobkörnig und vacuolig geworden ist. Eine Membran (Plasmamembran oder Zellhaut) ist an der Grenze gegen das Schlauchplasma nicht wahrzunehmen, wenigstens wird sie durch die angewandten Farbstoffe nicht gefärbt. Trotzdem ist die Grenzlinie sehr scharf, da durch Vorbehandlung die Spermazellen geschrumpft und vom Schlauchplasma losgelöst erscheinen.

Die Spermakerne sind fast ausschließlich kugelig oder oval, in einem Falle war jedoch einer der beiden Kerne länglich. Ob es sich hierbei um eine zufällige Gestaltsänderung oder um eine bestimmte Entwicklungsphase handelt, ließ sich bisher nicht entscheiden. Nach der Auffassung von NAWASCHIN steht die gestreckte oder gedrehte Form der Spermakerne in Zusammenhang mit ihrem Eigenbewegungsvermögen. Er nimmt für *Lilium Martagon* an, daß nach der Kernteilung die Spermakerne kein Ruhestadium durchmachen, sondern ihre Reife mit vollzogener Teilung erreicht haben und unmittelbar zur Befruchtung gelangen. Spermazellen konnte er nicht mehr feststellen. Während die Bewegung der Kerne im Schlauchplasma eine passive, durch die Plasmaströmung verursachte sein soll, erreichen sie nach Eintritt in den Embroysack die weiblichen Kerne durch Eigenbewegungen. Verfolgt man die Entwicklung der Spermakerne von *Butomus* an diesen Kulturen weiter, so läßt sich feststellen, daß die Kerne zunächst sich deut-

lich differenzieren lassen in eine chromatische und achromatische Substanz. das generative Plasma bildet eine breite Zone um den Kern und zeigt feinkörnige Struktur. Später nimmt offenbar die Plasmahülle an Mächtigkeit ab, die Kerne werden etwas kleiner und färben sich gleichmäßig stark. In alten Pollenschläuchen, deren Spitzen große blasenförmige Erweiterungen gebildet hatten, erschienen die Kerne klein und etwas gestreckt. Generatives Plasma ließ sich in diesem Stadium als schwache, aber sehr dichte Hülle feststellen, so daß es zunächst den Anschein hat, als ob es bei der fortschreitenden Umwandlung des Spermakernes verbraucht wird.

Etwas anders verhalten sich die generativen Zellen von *Echeveria*. Die Pollenkörner wurden auf 10%tigem Traubenzuckeragar (1% Agar) ausgesät und keimten innerhalb kurzer Zeit. Die Schläuche sind wesentlich schmaler als die von *Butomus* und die Kerne kleiner. Die generative Zelle tritt in langer, spindelförmiger Gestalt in den Schlauch ein, dessen Durchmesser sie ganz auszufüllen scheint. Bald darauf teilt sie sich, wie ich am lebenden Objekt einmal beobachten konnte. Daß mit der Kernteilung eine Zellteilung verbunden ist, läßt sich zunächst nicht feststellen. Man findet nach der Teilung zweikernige Zellen, die teils an den Enden abgerundet, teils spindelförmig ausgezogen, in der Mitte etwas eingeschnürt sind (Fig. 3 und 4). Irgend eine Andeutung einer trennenden Membran zwischen den Kernen ist nicht zu beobachten. Das Plasma ist in diesem Stadium dicht feinkörnig. Später treten zwei deutlich getrennte Zellen auf von länglicher ovaler Form. Ein klar erkennbares Zwischenstadium konnte ich bisher nicht beobachten. Im Stadium vollzogener Teilung liegen beide Zellen kurz hintereinander oder nebeneinander. Sie sind verhältnismäßig groß und bieten jetzt das Bild zweier plasmaarmer Zellen, deren Kerne an mehreren Plasmafäden aufgehängt erscheinen. (Fig. 5). Die färbbare Substanz des Plasmas nimmt mehr und mehr ab, die Zelle wird hyaliner und gleichzeitig etwas größer (Fig. 6). Ob das Plasma später resorbiert wird, habe ich bis jetzt nicht entscheiden können, da das über den Zellen liegende Schlauchplasma die Sachlage undeutlich machen und den Eindruck erwecken kann, als ob in der Tat die Kerne direkt im Schlauchplasma eingebettet wären. Bei genauer Beobachtung wird man freilich oft genug die schwache Kontur der Zellgrenzen durch das bedeckende Plasma wahrnehmen können.

Die Beobachtung an *Butomus* und *Echeveria* hat also gezeigt, daß in ihrem Pollenschlauch durch Teilung der generativen Zelle zwei Spermazellen gebildet werden und diese erhalten bleiben

können. Es ist aber durchaus möglich, daß wie z. B. STRASBURGER und NAWASCHIN für *Lilium Martagon* angeben, bei anderen Pflanzen auch nackte Spermakerne vorkommen, wenigstens konnte ich bei den von mir untersuchten Amaryllidaceen bisher keine Spermazellen nachweisen.

Allerdings, und dieser Einwand kann mit einigem Recht erhoben werden, beziehen sich die mitgeteilten Ergebnisse auf Pollenschläuche, die auf künstlichen Nährböden gezogen wurden und bei denen infolge der veränderten Ernährungsbedingungen die Entwicklung abgeändert sein könnte. Daher müssen weitere eingehende Untersuchungen, insbesondere solche unter natürlichen Bedingungen zeigen, wieweit die Ergebnisse in beiden Fällen übereinstimmen.

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Berlin.

Erklärung der Tafel VI.

1. *Butomus umbellatus.*
2. „ „
3–4. *Echeveria Desmetiana* kurz nach Teilung des Kernes der generativen Zelle.
5–6. *Echeveria Desmetiana*, ältere Stadien.

60. A. Ursprung und G. Blum: Zur Kenntnis der Saugkraft III.

4. *Hedera Helix*. Abgeschnittenes Blatt.

(Eingegangen am 25. November 1919.)

Im Anschluß an unsere früheren Untersuchungen über die Verteilung der Saugkraft im frischen Efeublatte[1]), lassen wir hier einige Messungen folgen über die Veränderung der Sangkraft im abgeschnittenen Blatt (Spreite mit Stiel), das ohne Wasserzufuhr bis zum Absterben auf dem Arbeitstische liegen blieb.

Die Natur dieser Untersuchungen brachte es mit sich, daß an demselben Blatt in bestimmten Zeitintervallen mehrere vergleichbare Messungen ausgeführt werden mußten. Da jede Messung

1) URSPRUNG und BLUM, Zur Kenntnis der Saugkraft II. Diese Berichte 1918, 36, p. 577.

—, Besprechung unserer bisherigen Saugkraftmessungen. Diese Berichte 1918, 36, p. 599.

Tabelle I.

	Blatt		normal		1. Tag		2. Tag	
			S	O_g	S	O_g	S	O_g
Spreite	1	ob. *Epidermis*, Nähe *S. nerv 2. Ord.*	7,8	—	—	—	9,0	—
		Palisaden „ „ „	9,9	—	—	—	11,1	—
	2	ob. Epidermis, nerv ferne	8,3	*0,70*	—	—	9,2	*0,75*
		Palisaden, 33. *Zelle*	15,6	*0,80*	—	—	15,6	*1,0*
	3	Palisaden, 4. Zelle	9,7	—	—	—	11,1	—
		Palisaden, 32. Zelle	15,3	—	—	—	15,3	—
	4	*ob. Epidermis. 3. Zelle*	7,5	—	—	—	9,8	—
		ob. Epidermis, 25. Zelle	7,8	—	—	—	9,8	—
	5	untere Epidermis, an Schließzelle	7,5	*0,70*	—	—	7,5	*0,80*
		Schließzelle[1])	7,8	*0,75*	—	—	7,8	*0,85*
	6	Schwammpar., an Palis. grenz.	8,4	*0,80*	8,7	*0,80*	—	—
		Schwammpar., an Epid. grenz.	9,0	*0,70*	9,0	*0,70*	—	—
	7	Schwammpar., an Palis. grenz.	8,6	*0,75*	—	—	8,6	*0,75*
		Schwammpar., an Epid. grenz.	8,7	*0,75*	—	—	9,0	*0,75*
	8	Schwammpar., an Parenchymsch. gr.	7,8	*0,90*	—	—	—	—
		Schwammpar, *5 Zellen von Parenchymscheide* entfernt	8,1	*0,80*	—	—	—	—
	9	Schwammpar., an Parenchymsch. gr.	8,1	*0,80*	8,1	*0,80*	—	—
		Schwammpar., *4 Zellen* von Parenchymscheide entfernt	8,8	*0,75*	9,1	*0,75*	—	—
	10	Parenchymscheide, S. nerv 4. Ordg.	7,5	*0,80*	—	—	—	—
	11	Parenchymscheide, S. nerv 2 Ordg.	7,3	—	—	—	—	—
Stiel mit Spreite	*12*	Stielbasis, Epidermis	9,4	*0,70*	—	—	10,2	*0,75*
		„ Kollenchym	9,8	*0,70*	—	—	9,3	*0,70*
		„ Rinde	9,3	*0,70*	—	—	9,3	*0,70*
		„ Hadrompar.	8,8	*0,65*	—	—	10,0	*0,70*
		„ Mark	9,1	*0,65*	—	—	9,6	*0,70*
	13	„ Epidermis	10,2	*0,70*	—	—	10,5	*0,80*
		„ Kollenchym	9,7	*0,70*	—	—	10,2	*0,75*
		„ Rinde	9,4	*0,70*	—	—	10,5	*0,80*
	14	Stielbasis, Epidermis	8,6	*0,75*	—	—	9,0	*0,80*
		Stielspitze, Epidermis	8,7	*0,70*	—	—	8,8	*0,80*
		Spreite, unt. Epidermis	7,8	*0,70*	—	—	7,8	*0,80*
	15	Stielbasis, Kollenchym	8,7	*0,70*	—	—	9,4	*0,75*
		„ Rinde	8,7	*0.70*	—	—	9,3	*0,75*
		Stielspitze, Kollenchym	9,0	*0,70*	—	—	9,4	*0,75*
		„ Rinde	8,7	*0,70*	—	—	9,4	*0,75*
		Spreite, Schwammpar.	9,0	*0,65*	—	—	10,2	*0,70*
Stiel ohne Spreite	16	Stielbasis, Epidermis	9,3	*0,70*	—	—	9,9	*0,75*
		„ mitte, Epidermis	9,15	*0,75*	—	—	9,9	*0,80*
		„ spitze, Epidermis	9,0	*0,75*	—	—	9,9	*0,80*

1) Aus unbekannter Ursache ist hier die Differenz Epidermis-Schließzelle

eine Verletzung des Blattes erfordert, war zuerst der Einfluß einer solchen Verletzung auf die Saugkraft festzustellen. Eine größere Versuchsreihe *mit Epidermiszellen und* Palisaden, von der *wir nur* das Resultat mitteilen, ergab, daß vergleichbare Palisaden (jeweils die *20. Palisade von demselben Nerv entfernt) in nächster Nähe* der Wunde ihre Saugkraft erhöhen, daß aber von der 30. oder

3. Tag		4. Tag		5. Tag		6. Tag		7. Tag		8. Tag		9. Tag		10. Tag		
S	Og	S	Og	S	Og	S	Og	S	Og	S	Og	S	Og	S	Og	
9,9	—	—	—	10,5	—	—	—	11,4	—	12,8	—	12,8	—	+		
11,7	—	—	—	12,1	—	—	—	12,8	–	12,8	—	+				
10,5	*0,80*	—	—	11,4	*0,85*	—	—	12,4	*1,25 ?*	+						
15,6	*1,0*	—	—	—	—	—	—	15,6	*1.1*	+						
11,4	—	—	—	12,4	—	—	—	18,0	—	15,0	—	+				
15,3	—	—	—	15,3	—	—	—	15,8	—	15,3	–	+				
9,9	–	—	—	10,2	—	—	—	10,5	—	—	—	11,7	—	11,7	—	+
10,2	—	—	—	10,5	—	—	—	10,8	—	—	—	11,7	—	11,7	—	+
—	—	8,1	*0,85*	—	—	9,1	*0,90*	—	—	9,9	*1,05*	+				
—	—	8,1	*0,90*	—	—	9,4	*1,0*	—	—	10,2	*1,05*	+				
8,7	*0.90*	—	—	9,3	*0,95*	—	—	11,4	*1,05*	+						
9,0	*0,85*	—	—	10,2	*0,95*	—	—	10,9	*1,0*	+						
8,7	*0,80*	—	—	9,9	*0,95*	—	—	11,4	*1,05*	+						
9,3	*0,80*	—	—	9,6	*0,95*	—	—	11,7	*1,05*	+						
7,8	*0,90*	—	—	9,6	*0,90*	—	—	10,8	*1,0*	+						
8,4	*0,90*	—	—	10,2	*0,95*	—	—	11,9	*1,0*	+						
9,1	*0,95*	—	—	10,5	*0,95*	—	—	10,8	*0,95*	+						
9,4	*0,95*	—	—	10,0	*0,95*	—	—	11,7	*0,95*	+						
8,4	*0,85*	8,6	*0,95*	—	—	—	—	10,5	*1,05*	+						
9,3	—	9,3	–	—	—	—	—	10,8	—	+						
10,5	*0,85*	11,1	*0,90*	+												
9,6	*0,80*	9,7	*0.85*	+												
9,9	*0,70*	+														
10,5	*0,80*	+														
10,5	*0,80*	+														
10,8	*0,90*	*11,1*	*1,0*	+												
10,3	*0,80*	11,6	*0,95*	+												
10,5	*0,85*	+														
9,6	*0,85*	—	—	10,0	*0,95*	+										
9,15	*0,85*	—	—	9,9	*0,95*	+										
9,0	*0,85*	—	—	10,2	*0,95*	+										
—	—	10,5	*0,85*	10,5	*0,95*	+										
—	—	—	*0,85*	+												
—	—	10,2	*0,85*	10,8	—	+										
—	—	—	*0,85*	+												
—	—	10,8	*0,80*	+												
9,9	*0,80*	9,9	*0,95*	+												
9,9	*0,80*	9.9	*0,95*	+												
9,9	*0,85*	9,9	*0,90*	+												

kleiner als bei unseren früheren Messungen.

40. Palisade (von der Wunde gerechnet) an, d. h. ca. $^1/_2$ mm von der Wunde entfernt, die Saugkraft wieder normal war (z. B. 4 Tage nach Anbringen einer nicht mit Vaseline verschlossenen Wunde betrug die Saugkraft in vergleichbaren Palisaden: normal 13,9 Atm., 4. Zelle neben Wunde 16,3 Atm., 12. Zelle neben Wunde 14,9 Atm., 38. Zelle neben Wunde 13,9 Atm.). Um völlig sicher zu gehen,

waren die untersuchten Zellen stets mindestens 2 mm von einer Wunde entfernt. Die an aufeinanderfolgenden Tagen verglichenen Zellen eines bestimmten Gewebes stammten ferner stets von vergleichbaren Blattstellen, d. h. von Stellen, die im frischen Blatt auf gleiche Saugkraft geprüft worden waren.

In Tab. I bedeutet S die Saugkraft in Atm., O_g den osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse in Mol Rohrzucker (Zahlenwerte für O_g zur Erleichterung der Übersicht kursiv), + das Absterben der Zellen. Die Blätter sind nummeriert um zu zeigen, welche Messungen von demselben Blatt stammen. Die miteinander verglichenen Gewebe desselben Blattes wurden natürlich nicht nur am gleichen Tage, sondern möglichst gleichzeitig untersucht.

Das Wassergewebe des *Peperomia*-Blattes kollabiert nach WESTERMAIER[1]) bei ungenügender Wasserzufuhr, während das Assimilationsgewebe sein ursprüngliches Volumen noch beibehält. Dabei wird das Wassergewebe um $^1/_2$ mm dünner und gibt ein Volumen Wasser ab, welches gleich ist dem Volumen des gesamten übrigen Blattgewebes, die lufterfüllten Interzellularräume auch noch voll Wasser gedacht. Bei der Efeuspreite mit ihrer einschichtigen Epidermis war an derartige Dimensionsänderungen nicht im entferntesten zu denken. Die Dicke des abgeschnittenen Blattes nahm in 3 Stunden über einem Hauptnerv bis zu 23 μ, an nervfreier Stelle bis zu 15 μ ab[2]). Da die Lumina beider Epidermen zusammen nur ca. 23 μ ausmachen und selbst nach 5tägigem Welken nur um 16 % ihrer anfänglichen Höhe zurückgegangen waren, so konnte schon nach 3 Stunden die Dickenabnahme des Blattes nicht allein auf Kosten der Epidermis erfolgt sein.

Von der Saugkraft ist zu erwarten, daß sie in dem sich entleerenden Wassergewebe *prozentual* stärker ansteigt, als in den das Reservewasser aufnehmenden Assimilationszellen. Solange in den letzteren das Volumen und der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse sich nicht ändern, sollte ihre Saugkraft sogar konstant bleiben. Da wir im abgeschnittenen Blatt das Ansteigen der Saugkraft erst vom 2. Tag an verfolgten und da nach Obigem das Volumen des Mesophylls schon nach 3 Stunden abgenommen hat, mußten wir im ganzen Blatt ein Ansteigen der Saugkraft er-

1) WESTERMAIER, Über Bau und Funktion d. pfl. Hautgewebesystems. Jahrb. f. wiss. Bot. 14, p. 56.

2) Nach Messung mit Komparator von ZEISS, wobei das Blatt an der Meßstelle nicht hohl liegen darf.

warten. Diese Erwartung erfüllte sich für alle Gewebe mit Ausnahme der nervfernen Palisaden (vgl. Tab. I).

Das Ansteigen der Saugkraft bei fehlender Wasserzufuhr und fortdauernder, wenn auch verminderter Transpiration ergibt sich ohne weiteres erstens aus der Volumabnahme und der dadurch bedingten Konzentrationssteigerung des Zellsaftes, zweitens aus der ebenfalls an die Volumabnahme geknüpften Verringerung des Wanddruckes[1]), (denn es ist Saugkraft der Zelle = Saugkraft des Inhaltes — Wanddruck). Eine dritte Ursache besteht in der, aus Tab. I ersichtlichen Zunahme des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse; sie folgt zwar nicht ohne weiteres aus der Volumreduktion, ist aber schon längst bekannt[2]).

Da wir nach zweitägigem Welken für alle Gewebe ein Ansteigen der Saugkraft erwarteten, war unser Erstaunen um so größer, als sich die Saugkraft in den nervfernen Palisaden nicht nur 2 Tage lang, sondern bis zum Absterben, d. h. 7—8 Tage lang konstant erwies[3]) (Tab. I Blatt 2 und 3). Es ist das deshalb noch besonders auffällig, weil gleichzeitig in denselben Zellen der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse um 37 % angestiegen war. Unter diesen Umständen konnte die Saugkraft der Zelle nur durch entsprechende Erhöhung des Wanddruckes konstant erhalten werden und da die Erhöhung des Wanddruckes eine Volumvergrößerung erfordert (Konstanz des Elastizitätsmoduls der Wand vorausgesetzt), so kommen wir zum paradoxen Schluß, daß in der welkenden, ihr Volumen verkleinernden Spreite das Volumen der nervfernen Palisaden zunimmt. Es dürften hiernach die nervfernen Palisaden die Hauptzentren sein, zu welchen die Wasserreserven der Spreite hinströmen. Die teleologische Erklärung für diese bevorzugte Stellung der nervfernen Palisaden liegt offenbar in ihrer Bedeutung für den Assimilationsprozeß[4]), die kausalmechanische Erklärung in den Saugkraftdifferenzen.

---

1) Der Elastizitätsmodul der Wand als konstant angenommen.

2) Vgl. die jüngsten hierauf bezüglichen Versuche von BÄCHER, Beih. z. Botan. Centralbl. 1919, 36, 1. Abt.

3) Nahe beim Nerv starke Änderung, dann allmähliche Abnahme und von etwa der 25. Zelle an Konstanz.

4) Die nervnahen Palisaden besitzen, besonders wenn sie Kristalle führen (im welkenden Blatt bis über die 10. Zelle hinaus), wenig Chlorophyll; so daß wir speziell die nervfernen als das Assimilationsgewebe zu betrachten haben.

Tabelle II.

	obere Epidermis	Palisaden Nerv-nähe	Palisaden Nerv-ferne	Schwamm-parenchym	Parench.-scheide	untere Epidermis	Schließzellen
normale Saugkraft	7,8	9,7	15,6	8,6	7,4	7,5	7,8
maximale „	12,8	15,0	15,6	11,9	10,8	9,9	10,2
max. Zunahme in Atm.	5,0	5,3	0,0	3,3	3,4	2,4	2,4
max. Zunahme in %	64 %	55 %	0 %	38 %	46 %	32 %	31 %

Nach Tab. II *ist das prozentuale Ansteigen der Saugkraft* am größten in der obern Epidermis (64 %), den nervnahen Palisaden (55 %) und den Parenchymscheiden (46 %). Das allein genügt aber noch nicht diese Gewebe als Wasserspeicher zu betrachten. Denn das Ansteigen der Saugkraft kann nicht nur durch Wasserabgabe, sondern auch durch Zunahme des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse bedingt sein. Und die Wasserabgabe einer Zelle vollzieht sich im allgemeinen nicht nur in flüssiger Form an stärker saugende Nachbarn, sondern auch durch Transpiration[1]). Nun lassen sich aber die Verschiedenheiten in dei Saugkraftzunahme weder durch das Verhalten des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse noch durch die Transpiration erklären[2]), und so dürfen wir wohl mit Recht in den genannten Geweben Wasserreservoire erblicken.

Einen weiteren Fingerzeig zur Beurteilung der Bewegung der Wasserreseiven gibt Tab. III[3]).

Im frischen Blatt steigt die Saugkraft in dem mehrschichtigen Palisaden- und Schwammparenchym bei gleicher Nervdistanz von der innersten zur äußersten Schicht, also gegen die jeweilige Epidermis hin an; es entspricht das einer Wasserversorgung aus den zentral gelegenen Leitungsbahnen. Im Gegensatz dazu steigt die

1) Das Verhältnis dieser beiden Komponenten kann recht variabel sein, da sowohl die Abgabe flüssigen Wassers (nervferne Palisaden), als auch die Transpiration (Zellen, die nirgends an Luft grenzen) Null werden kann. Zudem sinkt der Transpirationsverlust einer Zelle beim Welken, wozu neben dem Schluß der Stomata auch die Zunahme des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse und die Abnahme des Wanddruckes beiträgt.

2) Man vergleiche die beiden Epidermen der Spreite.

3) Die Bezeichnung ist dieselbe wie früher, d. h. es bedeutet z. B. Nr. 12 die zwölfte Palisade der obersten Schicht, wobei die Nummerierung vom nächsten Hauptnerven ausgeht; 12' ist die angrenzende Palisade der 2. Schicht, 12'' die entsprechende Palisade der 3. Schicht.

Tabelle III.

Palisadenparenchym				Schwammparenchym		
frisches Blatt	abgeschnittenes Blatt				frisches Blatt	abgeschnittenes Blatt
12 : 12.85	7 : 11,7	10 : 12,4	10 : 12,7	äußerste Schicht, an Epidermis grenzend . .	9,0	10,9
12′ : 12 2	7′ : 12 0	10′ : 18,0	10′ : 13,7	innerste Schicht	8,6	11,4
12″ : 12,0	7″ : 18,3	10″ : 18,7				

Saugkraft des welken Blattes im Palisadenparenchym regelmäßig und im Schwammparenchym häufig in umgekehrter Richtung an, was für eine stärkere Wasserzufuhr aus der Epidermis spricht. Es hängt das wohl damit zusammen, daß das epidermale Wassergewebe ein größeres Volumen besitzt als das zentrale Parenchymscheidennetz. Andererseits dürften aber die Scheidenzellen auch aus den trachealen Leitungsbahnen schöpfen, die beim Abschneiden nicht unbedeutende Wasserreserven enthalten. Da jedoch diese Reserven selbst beim Absterben der Scheidenzellen noch lange nicht verschwunden sind, so können sie bei weitem nicht vollständig verwertet werden.

Zu einer befriedigenden Einsicht sollten wir ferner wissen, wie viel Wasser eine bestimmte Zelle an eine andere abgibt, bzw. aus einer andern aufnimmt. Liegen uns hierüber auch keine Zahlen vor, so ist doch sicher das gesamte, von der oberen Efeuepidermis bis zum Absterben abgegebene Wasserquantum nicht so groß, wie man sich das gewöhnlich vorstellt. Wohl geht der tonnenförmige Querschnitt der frischen Epidermiszellen beim Welken in ein Rechteck über, es kann auch die anfängliche Konvexlinse zu einer schwach konkaven werden, aber die Höhe des Zellumens geht trotzdem im Mittel kaum über 16 % zurück[1]) und von dem ausgetretenen Wasser entfällt noch ein Teil auf den Transpirationsverlust. Es zeigt Tab. II und das ungefähr gleichmäßige Ansteigen des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse, daß die untere Epidermis wohl weniger als Reservoir in Anspruch genommen wird als die obere. Ähnliche Vermutungen wurden schon früher (vgl. WESTERMAIER l. c. p. 77) für Dikotylenblätter aus der verschiedenen Wandwellung (an Flächenschnitten) abgeleitet; indessen sind beim Efeu die Radialwände so dick, daß sie ein Ziehharmo-

1) Die Flächenabnahme ist noch kleiner, ca. 12 %.

nika-ähnliches Spiel nicht erlauben. Dagegen wird durch die Wellung die Berührungsfläche zweier Zellen wesentlich vergrößert und damit der Stoffaustausch entsprechend erleichtert. Bei der von allen Autoren geforderten leichten Wasserverschiebung im epidermalen Reservoir ist es merkwürdig, daß diese einfache Deutung der Wandwellung bisher übersehen werden konnte. Ebenso lag es bei der schon längst ventilierten Funktion der Epidermiszellen als Wasserspeicher näher die Linsengestalt in diesem als in optischem Sinne zu deuten und trotzdem ist m. W. noch nicht darauf hingewiesen worden, daß die Konvexlinse einem prall gefüllten Schlauche gleicht, der durch Wasserabgabe plane Flächen erhalten und ev. sogar zu einer Konkavlinse werden kann. Endlich stellt sich auch noch das Kalziumoxalat in den Dienst der Wasserversorgung, indem die kristallführenden Palisaden, die — wie wir früher[1]) sahen — schon im frischen Blatt die großen Nerven begleiten, mit fortschreitendem Welken deutlich zahlreicher werden. Dadurch wird offenbar — ceteris paribus — die Saugkraft in weiteren Zellen reduziert und die oben erwähnte Funktion der nervnahen Palisaden als Wasserspeicher erhöht. Umgekehrt gewinnen die Pflanzen, die bei Kalkmangel — wie ich vor Jahren an den Raphiden von *Lemna trisulca* beobachtete — die Oxalatkristalle auflösen, nicht nur den Kalk zurück, sondern sie dürften auch die Saugkraft der betr. Zellen erhöhen und dadurch die Stoffaufnahme von außen erleichtern.

Durch die erwähnten Wasserverschiebungen werden zwar im welken Blatt die einen Saugkraftdifferenzen (Palisaden, Blatt 3) aufgehoben und die andern bedeutend reduziert (nervferne Palisaden — ob. Epidermis von 7,3 auf 3,2 Atm., Blatt 2), es bleiben aber doch, selbst beim Absterben, noch ganz beträchtliche Differenzen bestehen (vgl. Tab. II) und es fragt sich, warum wohl der Ausgleich im ganzen Blatt nicht weiter geht. Es wäre das leichter verständlich, wenn die gefundenen Saugkraftmaxima dem jeweiligen osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse entsprechen würden. Das trifft aber bei weitem nicht zu, da dem osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse in allen Geweben Saugkräfte von über 30 Atm. zukommen. Es bleiben also, was gegen gewisse extreme Anschauungen zu betonen nicht überflüssig erscheint, auch im welken Efeublatt die Saugkräfte ganz allgemein weit hinter den hohen, aus der Grenzplasmolyse errechneten Werten zurück. Soweit unsere

1) URSPRUNG u. BLUM, Besprechung unserer bisherigen Saugkraftmessungen. Diese Berichte 1918, 36, p. 611.

Erfahrungen reichen, scheint die Saugkraft eines Gewebes nur bis zu einem bestimmten Maximum ansteigen zu können, das bei langsamerem Welken vielleicht für manche Gewebe etwas anders ausgefallen wäre, das aber den osmotischen Reserven keinesfalls entspricht. Es drängt sich die Vermutung auf, es werde die Lebensfähigkeit des Gewebes unter den Versuchsbedingungen mit einem höheren Ansteigen der Saugkraft überhaupt nicht vereinbar sein, wobei das Ausschlaggebende vielleicht weniger die Saugkraft als solche ist, sondern die Änderung der Konzentration oder der chemischen Zusammensetzung des Zellinhaltes.

Wir haben bisher nur die Anfangs- und Endwerte der Saugkraft berücksichtigt. Verfolgen wir den ganzen Verlauf der Saugkraftänderung (nach Tab. I oder den entsprechenden hier nicht reproduzierten Kurven), so sehen wir, daß das Ansteigen nicht in einer geraden Linie, also nicht gleichmäßig erfolgt, sondern z. B. in der oberen Epidermis und den nervnahen Palisaden anfangs am stärksten, im Schwammparenchym anfangs am schwächsten. Ein Vergleich mit den entsprechenden Kurven des osmotischen Wertes zeigt, daß die Wassergewebe, wie leicht verständlich, anfänglich, wo sie noch voll sind, am meisten Wasser abgeben und daß das Schwammparenchym in der ersten Zeit des Welkens den Verlust noch fast vollständig zu decken vermag[1]. Obschon beide Kurven, die der Saugkraft und des osmotischen Wertes im allgemeinen während des Welkens ansteigen, ist doch der Verlauf im Einzelnen ein recht verschiedener. So bleibt in den nervfernen Palisaden die Saugkraft zeitlebens konstant, während die osmotische Kurve dauernd und anfangs sogar sehr stark ansteigt. Auch entspricht dem tiefsten osmotischen Wert durchaus nicht die tiefste Saugkraft und ein bestimmter osmotischer Wert kann mit recht verschiedenen Saugkräften verknüpft sein. Bei der Saugkraft zeigt sich ferner die Tendenz, die anfänglichen Differenzen zwischen den Geweben auszugleichen, während beim osmotischen Wert die Unterschiede gleich bleiben oder eher noch größer werden.

Woher die Stoffe stammen, welche die Erhöhung des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse bedingen, wurde nicht näher untersucht. Indessen zeigt das gleichzeitige Ansteigen in allen Geweben, daß es sich in der Hauptsache nicht um Translokationen

1) Die Abnahme der Blattdicke ist, wie wir mit dem ZEISSschen Komparator fanden, anfänglich am stärksten; sie folgt einer nach unten konkaven Kurve, die nach etwa 2 Tagen in eine gerade auszulaufen scheint. (Abnahme der Blattdicke nach den ersten 3 Stunden ca. 3 %, nach 1 Tag ca. 14 %, nach 1¾ Tagen ca. 25 %, nach 8 Tagen ca. 38 %, nach 11 Tagen ca. 45 %.)

handeln kann; auch an eine Anhäufung durch Wachstumshemmung ist in ausgewachsenen Blättern nicht zu denken. Dagegen finden sich im Efeublatt ausreichende Mengen von Stärke und Fett, so daß durch deren Umwandlung in Zucker oder von diesem in Säuren vielfach Gelegenheit zur Bildung osmotisch wirksamer Stoffe geboten ist. Andererseits zeigt uns die früher erwähnte Bildung von oxalsaurem Kalk, daß während des Welkens osmotische Substanz nicht nur entstehen, sondern auch verschwinden kann.

Soll das Wassergewebe seine Funktion erfüllen, so darf es natürlich nicht schon zu normalen Zeiten entleert werden; es muß vielmehr bis zu eintretender Not gefüllt bleiben und nun in der Lage sein, Wasser an die dürstenden Zellen abzugeben. Das wäre leicht zu verstehen, wenn Saugkraftdifferenzen, die das Wassergewebe zu entleeren suchen, im frischen Blatt fehlten und erst beim Welken sich bildeten. Allein diese Differenzen sind (vgl. ob. Epidermis — nervferne Palisaden) gerade im frischen Blatt am größten und nehmen mit fortschreitendem Welken ab. Wir müssen uns mit der Andeutung dieser Schwierigkeit begnügen, da der verfügbare Raum eine weitere Diskussion nicht zuläßt.

Das Verhalten des Blattstiels (vgl. Tab. I) kann nur noch kurz gestreift werden. Äußerlich ist sein Wasserverlust (Schrumpfen) viel leichter erkennbar als an der derben Spreite. Die stets relativ hohen Saugkräfte seiner Epidermis zeigen, daß diese nicht als Reservoir für die andern Stielgewebe in Betracht fällt (Gegensatz zum Verhalten der Epidermis in der Spreite). Auffallend ist ferner das frühe Absterben des Stiels; schon am 4. Tag sind mehrere Gewebe tot, während in der Spreite das Absterben nicht vor dem 8. Tag einsetzt. Nach den Saugkraftdifferenzen ist eine Ausnutzung des lebenden Stiels durch die Spreite kaum möglich. Eine Wasserabgabe toter Organe an lebende soll zwar nach PRINGSHEIM[1]) bei *Sedum*-Blättern vorkommen; da aber beim Efeu die Saugkraft der Stielzellen durch Aufheben des Wanddruckes auf über 25 Atm. steigt, kann der tote Stiel nur dann als Reservoir in Betracht fallen, wenn die hohen Saugkräfte seiner Zellinhalte durch Mischen mit Gefässwasser, chemische Umsetzungen etc. unter die Spreitenwerte gesunken sind.

1) E. PRINGSHEIM, Wasserbewegung und Turgorregulation in welkenden Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1906, 43, pag. 102.

61. F. Esmarch: Die Phloëmnekrose der Kartoffel.

(Eingegangen am 25. November 1919.)

Die Begriffe „Nekrose" und „Nekrobiose" wurden vor 60 Jahren von VIRCHOW zur Bezeichnung bestimmter Absterbeerscheinungen von Organen oder Geweben des menschlichen Körpers geprägt. Später sind sie dann auf die Pflanzenwelt übertragen worden, wobei sie nicht immer scharf unterschieden wurden. Eine genaue Abgrenzung der beiden Begriffe verdanken wir BEIJERINCK[1]); nach ihm kommen bei der Nekrose sämtliche Lebensfunktionen des betroffenen Teiles zum Stillstand, während bei der Nekrobiose einzelne, z. B. enzymatische Funktionen nach dem Absterben des Plasmas weitergehen, die normalen Lebensvorgänge also durch eine tötliche Schädigung in ungewöhnliche Bahnen gelenkt werden.

Erscheinungen, die unter den Begriff der Nekrobiose fallen, liegen z. B. bei der Gummibildung der Amygdaleen vor, die von absterbenden Gewebepartieen ausgeht, bei der Rotfärbung verschiedener Pflanzen, die durch Verwundung, Gifte, Befall mit Pilzen und Bakterien u. dergl. angeregt wird, bei der unter dem Namen „Kringerigheid" bekannten Verkorkung von Zellgruppen im Innern der Kartoffelknollen usw.

Einen Fall von typischer Nekrose beobachtete QUANJER[2]) vor einigen Jahren im Phloëm der Kartoffelpflanze. Diese Phloëmnekrose gewinnt dadurch ein besonderes Interesse, daß sie von ihrem Entdecker mit der vielgenannten Blattrollkrankheit in ursächlichen Zusammenhang gebracht wurde.

Das mikroskopische Bild der Phloëmnekrose ist nach QUANJER folgendes: Die Wandungen der Siebröhren und Geleitzellen quellen unter Gelbfärbung auf, engen das Lumen mehr und mehr ein und fließen schließlich mit den Resten des Plasmas zu einer strukturlosen Masse zusammen. Gegenüber konzentrierter Schwefelsäure und den üblichen Holzreagentien verhalten sie sich wie stark ver-

1) BEIJERINCK, Necrosis and Necrobiosis, Kon. Ak. van Wet. te Amsterdam, reprinted from Proc. of the meeting of Saturday, June 30, 1900, S. 114 (zitiert nach QUANJER 1913).

2) H. M. QUANJER, Die Nekrose des Phloëms der Kartoffelpflanze, die Ursache der Blattrollkrankheit. Wageningen 1913.

holzte Membranen. Durch ihre Schrumpfung und Verholzung wirken die abgestorbenen Zellen zerrend auf das benachbarte Parenchymgewebe ein, so daß dieses sich oft strahlig um die Phloëmstränge herum anordnet.

Die Entwicklung der Nekrose läßt sich besonders in den markständigen Phloëmsträngen des Stengels und des Blattstieles gut verfolgen. Sie beginnt an den Ecken, die den begleitenden Bastfasergruppen zunächst liegen, mit einer leichten Quellung der Zellwände. Die Quellung greift allmählich auf sämtliche Siebröhren und Geleitzellen über, während das Parenchym unverändert bleibt. Dann werden die Wände zusammengedrückt, der Zellinhalt verschwindet bis auf geringe Reste. Schließlich sind gar keine Lumina mehr zu unterscheiden und die gequollenen, inzwischen gelblich verfärbten Membranen scheinen zusammengeflossen zu sein.

Es liegt auf der Hand, daß ein derartig verändertes Phloëm seiner Aufgabe nicht mehr genügen kann. Wenn die Mehrzahl der Phloëmstränge eines Stengels in dieser Weise außer Funktion gesetzt wird, muß in der Ableitung der Assimilate aus den Blättern und in ihrer Zuleitung zu den Vegetationspunkten und Reservestoffbehältern eine Stockung eintreten, die unter Umständen für den Ablauf der Lebensvorgänge in der ganzen Pflanze entscheidende Bedeutung gewinnen kann.

QUANJER beobachtete die Phloëmnekrose ausschließlich in blattrollkranken Pflanzen und zog daraus den Schluß, daß die Nekrose die nächste Ursache der Krankheit sei. Die bekannten äußeren Merkmale der Blattrollkrankheit, wie das Kleinbleiben des Krautes, der geringe Knollenertrag, das Ausdauern der Mutterknolle usw. finden in der Tat durch die Sperrung der Leitungsbahnen der Assimilate eine plausible Erklärung.

Eine Nachprüfung der QUANJERschen Befunde durch SCHANDER und V. TIESENHAUSEN[1]) ergab aber, daß die als Nekrose beschriebene Erscheinung nicht nur in blattrollkranken, sondern auch in bukettkranken, kräuselkranken und von *Phytophthora* befallenen Pflanzen, ferner in gesunden Pflanzen, deren Blättchen künstlich gerollt waren, und in fast allen gesunden Pflanzen zur Zeit der Reife auftreten kann. Sie ist demnach kein spezifisches Merkmal der Krankheit und kann, da die Theorie QUANJERs mit dieser Voraussetzung steht und fällt, zur Erklärung nicht heran-

1) R. SCHANDER und M. v. TIESENHAUSEN, Kann man die Phloëmnekrose als Ursache oder Symptom der Blattrollkrankheit der Kartoffel ansehen? Mitt. d. Kaiser-Wilh.-Inst. in Bromberg VI, S. 115—124. 1914.

gezogen werden. Die Phloëmnekrose ist nach SCHANDER und v. TIESENHAUSEN nicht die Ursache, sondern allenfalls eine Folge des Blattrollens. Sie scheint immer dann aufzutreten, wenn in den Blättern irgendwelche, äußerlich vielleicht gar nicht bemerkbare Funktionsstörungen Platz greifen, die im Zusammenhang mit sehr verschiedenen Krankheiten stehen können.

Diese schwerwiegenden Einwände haben QUANJER nicht vermocht, von seinem Standpunkte abzugehen. Vielmehr hat er in einer zweiten Arbeit[1]) seine Theorie weiter ausgebaut. Er unterscheidet hier zwei Formen der Blattrollkrankheit. Bei der einen, der „sekundären" Form, zeigt sich das Rollen bereits im Frühsommer, und zwar zuerst an den untersten, später an den mittleren und obersten Blättern; die andere „primäre" Form äußert sich erst im Spätsommer, wobei das Rollen an den obersten Blättern beginnt. Die primäre Form wird von QUANJER auf eine vom Boden ausgehende Infektion mit einem hypothetischen Organismus (virus) zurückgeführt. Bei sehr schwachem Befall soll sie äußerlich gar nicht in Erscheinung treten, also die Blätter nicht zum Rollen veranlassen. Die Knollen solcher „primär" erkrankten Pflanzen liefern im nächsten Jahre „sekundäre" Krankheitsformen. In beiden Fällen geht nach QUANJER das Auftreten und Fortschreiten der Nekrose den äußeren Merkmalen parallel: Bei den sekundär erkrankten Pflanzen zeigt sie sich zuerst in den unteren, später in den oberen Stengelteilen, bei den primär erkrankten umgekehrt, zuerst oben, dann unten.

Es sei hier eingeschaltet, daß QUANJERs Unterscheidung von zwei Formen oder Entwicklungsstadien der Blattrollkrankheit mit unseren Beobachtungen und den Befunden der meisten übrigen Forscher nicht vereinbar ist. Die typische Blattrollkrankheit zeigt sich immer zuerst an den unteren Blättern und schreitet nur in extremen Fällen bis zu den obersten fort. Wenn das Rollen an den Wipfelblättern beginnt, liegt nach unseren Erfahrungen immer eine Erkrankung des Stengelfußes oder der Wurzeln vor, sei es durch Bakterien (Schwarzbeinigkeit), Pilze wie *Fusarium*, *Verticillium*, *Rhizoctonia* (Welkekrankheit), mechanische Beschädigungen oder Bodeneinflüsse. Dieses „Wipfelrollen" unterscheidet sich von der typischen Blattrollkrankheit auch dadurch, daß es durch die Knollen nicht oder nur ausnahmsweise übertragen wird; aus den Knollen gehen meist gesunde, nur selten blattrollkranke

1) H. M. QUANJER, Nature, mode of dissemination and control of phloëm-necrosis (leaf roll) and related diseases. Wageningen 1916, S. 91—138.

Pflanzen hervor. Es besteht demnach keinerlei Zusammenhang zwischen dem Wipfelrollen, d. h. der „primären“ Form QUANJERs, und der eigentlichen Blattrollkrankheit, die QUANJER als „sekundäre“ Form bezeichnet. Sollten wirklich Fälle von Wipfelrollen vorkommen, bei denen keine der eben genannten Ursachen festzustellen ist, so würde u. E. eine ganz neue Krankheit vorliegen.

Gegen die Untersuchungsergebnisse von SCHANDER und V. TIESENHAUSEN wendet QUANJER[1]) ein, daß die als gesund angesprochenen Pflanzen nicht wirklich gesund gewesen seien; es habe sich um primär erkrankte Pflanzen gehandelt, bei denen die Krankheit äußerlich nicht erkennbar gewesen sei. Wenn die Nekrose auf dem Bromberger Versuchsfeld so allgemein zu finden sei, wie TIESENHAUSEN angebe, so müsse der Boden in hohem Grade verseucht sein.

Demgegenüber müssen wir betonen, daß unsere langjährigen Beobachtungen für eine Verseuchung des Versuchsfeldes mit den (übrigens einstweilen ganz hypothetischen) Erregern der Blattrollkrankheit keine Anhaltspunkte ergeben. Wir haben z. B. mehrere Jahre hintereinander auf ein und demselben Schlag stark rollkranke Stämme von „*Alma*“ und „*Magnum bonum*“ neben gesunden Stämmen von „*Imperator*“ und „*Wohltmann*“ angebaut und immer nur bei ersteren typische Blattrollkrankheit beobachtet. Wenn QUANJERs Annahme zuträfe, hätte bei der unmittelbaren Nachbarschaft unbedingt eine Infektion der gesunden Stämme eintreten und zunächst die „primäre“, dann die „sekundäre“ Form der Krankheit erscheinen müssen. Ferner konnten wir häufig die Erfahrung machen, daß Parzellen, die in einem Jahre stark rollkranke Pflanzen trugen, in den folgenden Jahren — bei Verwendung von gesundem Saatgut — ausnahmslos gesunde Pflanzen hervorbrachten.

Es geht daraus hervor, daß die Blattrollkrankheit keinen infektiösen Charakter hat, vor allem aber, daß der von QUANJER gegen SCHANDER und V. TIESENHAUSEN erhobene Einwand bezüglich der Zuverlässigkeit der Untersuchungsmaterials hinfällig ist.

Die Nekrose-Untersuchungen sind von uns seit 1914 alljährlich wiederholt worden. Es wurde eine große Anzahl von Pflanzen geprüft, die teils vom Versuchsfeld, teils aus verschiedenen Gegenden der Provinz Posen stammten. Das Ergebnis war immer das gleiche: Wir fanden die Nekrose nicht nur bei der Rollkrankheit, sondern auch bei anderen Krankheiten (zu den oben genannten

---

1) A. a. O., Seite 183—185.

kamen noch Schwarzbeinigkeit und Blattbräune hinzu) und ebenso in gesunden, sich der Reife nähernden Pflanzen.

Daß wir mit unseren Beobachtungen nicht allein stehen, geht aus einer brieflichen Mitteilung von Geheimrat APPEL hervor, nach der von 33 im August 1918 auf dem Gute Kleschewo bei Posen geernteten Stauden 2 rollkranke, 3 wipfelrollende, 2 bukettkranke und ein Kümmerer Nekrose zeigten, während in den übrigen (teils gesunden, teils kranken) Stauden das Phloëm normal war.

Wir haben auch QUANJER selbst Gelegenheit gegeben, sich von der Richtigkeit unserer Auffassung zu überzeugen, indem wir ihm im Herbst 1916 eine Reihe von nur mit Nummern versehenen Stengelstücken gesunder und kranker Pflanzen zugehen ließen[1]. Er stellte bei 3 Proben die Diagnose auf „gesund", bei 11 Proben auf „krank" nach Maßgabe der Beschaffenheit des Phloëms. Von den letzteren waren aber 4 gesund, 1 bukettkrank, 1 wipfelrollend, 1 braunfleckig und nur 4 typisch blattrollkrank.

U. E. ist damit schlagend bewiesen, daß die Phloëmnekrose kein spezifisches Merkmal der Blattrollkrankheit ist und weder einen diagnostischen Wert besitzt noch zur Erklärung der Krankheit dienen kann. Wenn QUANJER sich auch in seiner letzten Veröffentlichung[1] noch gegen diesen Schluß sträubt, so ist das schwer verständlich. Ein weitere Diskussion über die Frage erscheint zwecklos, zumal nach neueren Arbeiten von NEGER[2], ESMARCH[3] und HILTNER[4] die Blattrollkrankheit auf physiologischen Ursachen beruhen dürfte.

Was aber hat es mit der zweifellos festgestellten Phloëmnekrose für eine Bewandtnis?

Verschiedene Beobachtungen sprechen dafür, daß wir es hier mit einer, der Kartoffel eigentümlichen Alterserscheinung, einem Symptom der Reife zu tun haben. Wie schon SCHANDER und v. TIESENHAUSEN[5] hervorheben, tritt die Nekrose im Frühsommer nur ganz vereinzelt, im Herbst dagegen fast in jeder Staude auf. Häufig ist sie in den unteren, älteren Stengelteilen stärker aus-

---

1) H. M. QUANJER, Phloëmnekrose und Mosaik usw. Jahresbericht d. Ver. f. angewandte Bot. XIV, S. 128–145. 1917.

2) F. W. NEGER, Die Blattrollkrankheit der Kartoffel. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. XXIX, S. 27–48. 1919.

3) F. ESMARCH, Zur Kenntnis des Stoffwechsels in blattrollkranken Kartoffeln. Z. f. Pflanzenkrankh. XXIX, S. 1—20. 1919.

4) L. HILTNER, Versuche über die Ursachen der Blattrollkrankheit der Kartoffel. Prakt. Bl. f. Pflanzenschutz 1919 S. 15—19, u. 39—48.

5) A. a. O., S. 121.

geprägt als in den oberen, also jüngeren. In den frühzeitig angelegten intraxylären Phloëmsträngen läßt sie sich eher feststellen als in den später gebildeten extraxylären Strängen. Ferner nimmt sie, wie oben geschildert, innerhalb des Phloëms ihren Ausgang von den ältesten, an die Bastfasern angrenzenden Teilen, während sie auf die jüngsten Elemente des sekundären Bastes nicht oder nur ausnahmsweise übergreift[1]). Vor allem aber hat die Nekrose eine große Ähnlichkeit mit der in der Rinde mancher Holzpflanzen beobachteten und als „Obliteration der Siebröhren" beschriebenen Alterserscheinung.

DE BARY[2]) gibt von der Obliteration folgende Schilderung; „Die obliterierten Siebröhren erscheinen bis zum Schwinden des Lumens von den Seiten her zusammengedrückt. Ihr Bau, auch der der siebtragenden Gliedenden, wird undeutlich, bis zur völligen Unkenntlichkeit; ihre Wände erscheinen wie leicht aufgequollen; doch liegen keine Messungen vor, welche die Quellung wirklich erweisen. Wo die Röhren einzeln stehen, sind sie nach dem Zusammensinken leicht zu übersehen, sie scheinen auf den ersten Blick ganz verschwunden. Wo sie zu größeren Gruppen zusammengestellt sind, erscheint die Gesamtheit ihrer Membranen auf Durchschnitten wie eine homogene, gelatinöse Masse, in welcher die komprimierten Lumina als enge, krumme Spalten oder Striche, die ursprünglichen Seitengrenzen als undeutliche Linien sichtbar sind". — „Die Obliteration der Siebröhren beginnt in den ältesten äußeren Rindenzonen und schreitet in zentripetaler Richtung fort". Als Ursache der Obliteration sieht DE BARY den beim Dickenwachstum wirksam werdenden tangentialen Zug und radialen Druck an, fügt aber hinzu, daß vielleicht eine davon unabhängige Veränderung der obliterierenden Organe, speziell ihres Inhalts, die primäre und der Druck nur eine mitwirkende Ursache der Erscheinung ist.

Auch TSCHIRCH[3]) berührt die Obliteration der Siebröhren; er sagt darüber: „Bei weitem häufiger als der Verschluß durch Kallus kommt es vor, daß die Siebröhren, welche aus dem Verkehr ausgeschaltet werden sollen, obliterieren. Dies geschieht dadurch, daß die Siebröhren samt Geleitzellen und Kambiform[4]), nachdem

---

1) Vgl. QUANJER 1913, S. 53—54.

2) DE BARY, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne, 1877, S. 557.

3) TSCHIRCH, Angewandte Pflanzenanatomie, 1889, S. 337.

4) Das Phloëmparenchym beteiligt sich also nicht daran.

sie ihren Inhalt verloren haben, durch den Turgor der benachbarten Zellen derartig zusammengedrückt werden, daß die eine Wand die andere vollständig berührt oder doch nur ein außerordentlich feines spaltenförmiges Lumen zurückbleibt".

Am eingehendsten hat sich BLIESENICK mit der Obliteration beschäftigt. Er kommt zu folgenden Schlüssen[1]): „Den definitiven Verschluß der Siebröhrenelemente bei den dikotylen Holzpflanzen bildet die Obliteration, und zwar tritt der Zusammenfall dieser Organe erst nach Entleerung des Inhalts ein und schreitet allmählich, wie der Inhalt fortgeht, vor, indem der Druck der umgebenden Gewebe die sekundäre Ursache ist. — Bei Angiospermen verfallen der Obliteration in der sekundären Rinde; die Siebröhren nebst Geleitzellen und das Kambiform, nicht das Phloëmparenchym. Im Herbst, wenn die Entleerung der Siebelemente stattfindet, werden die äußeren derselben durch Obliteration aus dem Verkehr ausgeschieden. In allen Rinden obliterieren die Siebelemente früher oder später, das Protophloëm zuerst".

Vergleicht man diese Schilderungen der Obliteration mit dem, was oben über die Nekrose gesagt wurde, so ergibt sich Übereinstimmung in folgenden Punkten:

1. Von der Desorganisation werden nur die Siebröhren und die Geleitzellen, nicht das Phloëmparenchym betroffen.
2. Sie schreitet von den ältesten zu den jüngeren Teilen fort.
3. Der Inhalt der Siebelemente verschwindet.
4. Die Wandungen werden zusammengedrückt, bis von dem Lumen höchstens noch schmale Spalten übrig bleiben.
5. Die Wandungen quellen auf.

Als besondere Eigentümlichkeiten der Nekrose verbleiben demnach die gleichzeitige Gelbfärbung und Verholzung[2]) der verquellenden Membranen. Diese Begleitumstände deuten darauf hin, daß die Nekrose mit Stoffwechselstörungen zusammenhängt, die bei der Obliteration nicht vorliegen. Wenn die Nekrose nur bei blattrollkranken Pflanzen aufträte, läge die Annahme nahe, daß sie eine Folgeerscheinung von physiologischen Störungen ist, die das Wesen der Krankheit ausmachen. Da die Nekrose aber, wie oben auseinandergesetzt, auch bei anderweitig erkrankten und bei

1) H. BLIESENICK, Über die Obliteration der Siebröhren, Diss. Erlangen 1891, S. 26—27.

2) SCHANDER und V. TIESENHAUSEN (a. a. O., S. 122) konnten eine solche Verholzung in den meisten Fällen nicht feststellen; es erscheint demnach fraglich, ob sie als wesentliches Merkmal der Nekrose aufzufassen ist.

gesunden, sich der Reife nähernden Pflanzen vorkommt, muß es sich um Stoffwechselvorgänge handeln, die allgemein dem Absterben des Kartoffelkrautes vorausgehen.

Demnächst dürfte die Phloëmnekrose als eine, der Kartoffel eigentümliche Alterserscheinung zu betrachten sein; ihr häufigeres und früheres Auftreten an kranken Pflanzen wird dann als Symptom einer Notreife ohne weiteres verständlich.

Bromberg, Oktober 1919.

Sitzung vom 30. Dezember 1919.

Vorsitzender: Herr P. LINDNER.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von den Verlusten, die die Gesellschaft betroffen haben. Am 3. Dezember 1919 starb in **Jena** Herr Professor Dr.

Ernst Stahl,

am 17. Oktober 1919 Herr Dr.

Viggo A. Poulsen,

Professor für pharmazeutische Botanik an der Universität **Kopenhagen,** und am 6. November 1919 Dr.

S. Miliarakis,

Professor an der Universität **Athen.**

Die Anwesenden erhoben sich, um das Andenken an die Verstorbenen zu ehren, von ihren Plätzen.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Agharkar, Dr. **Shankar,** Professor der Botanik an der Universität **Calcutta** (durch L. DIELS und E. GILG),

Meyer, Dr. **Adolf,** Assistent an der Universitätsbibliothek in **Göttingen,** Merkelstr. 7 (durch G. BERTHOLD und A. PETER),

Skottsberg, Dr. **Carl,** Direktor des Botanischen Gartens in **Gothenburg,** Schweden (durch L. DIELS und R. PILGER),

Rytz, Dr. **Walter,** Privatdozent der Botanik an der Universität und Konservator am Botanischen Institut in **Bern** (durch ED. FISCHER und G. VON BÜREN),

Graf, Jacob, Lehrer in **Frankfurt a. M.** (durch M. MÖBIUS und L. GEISENHEYNER),

Brenner, Dr. **Widar** in **Helsingfors,** Bangatan 29 (durch H. MIEHE und W. WÄCHTER).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Holzhausen, Karl in **Halle a. S.,**

Wiese und Kaiserswaldau, Werner von in **Klein-Wanzleben,**

Gescher, Norbert v. in **Münster i. W.**,
Müller, Dr. **Gottfried** in **Leipzig**,
Hedlund, Dr. **J. Theod.**, Professor in **Alnarp** b. Åkarp, Schweden,
Gerhardt, Dr. **Karl** in **Jena**,
Melin, Dr. **Elias** in **Berlin**,
Goor, Dr. **C. J. v.** in **Helder**, Holland,
Wolk, Dr. ***P. C. van der*** in ***Middelburg***, Holland,
Gleissberg, Walther in **Proskau**,
Blum, Dr. **Gebhard** in **Freiburg**, Schweiz,
und Fräulein
Rüter, Dr. **Elisabeth** in **Greifswald**.

Der Vorsitzende teilt das Ergebnis der Wahl des Präsidenten, seines Stellvertreters und der Ausschußmitglieder für das Jahr 1920 mit. Es waren 195 gültige Stimmzettel rechtzeitig eingegangen; beim Auszählen wurde der Sekretär durch Herrn P. CLAUSSEN unterstützt.

Ergebnis:

Präsident: F. PAX-Breslau,
Stellvertreter des Präsidenten: F. ROSEN-Breslau.

Ausschußmitglieder:

A. URSPRUNG-Freiburg (Schweiz)
H. SOLEREDER-Erlangen,
C. STEINBRINCK-Lippstadt,
C. BRICK-Hamburg,
G. SENN-Basel,
A. NESTLER-Prag,
W. BENECKE-Münster,
L. KLEIN-Karlsruhe,
J. WORTMANN-Geisenheim,
W. DETMER-Jena,
M. KOERNICKE-Bonn,
O. RICHTER-Wien,
A. SCHULZ-Halle a. S.,
G. TISCHLER-Hohenheim,
O. PORSCH-Wien.

Mitteilungen.

62. Günther Schmid: Ein Hilfsmittel zum Unterscheiden verschiedener Oscillatoria- und Phormidiumarten.

(Eingegangen am 2. Dezember 1919.)

Es läßt sich nicht leugnen, daß die Bestimmung der einzelnen einander so ähnlichen Formen der Cyanophyceengattungen *Oscillatoria* Vauch. und *Phormidium* Kütz., und man mag noch *Lyngbya* Ag. und andere mit einbeziehen, sehr zu wünschen übrig läßt. Der sicheren Unterscheidungsmerkmale sind zu wenige. Jede systematische und floristische Bearbeitung betritt hier ungewissen Boden. Es ist zu wünschen, daß mit der jetzt von physiologischer Seite begonnenen Oscillarienforschung auch die Systematik mehr als bisher sich dieses Gebietes bemächtigen möchte. Ganz gewiß ist ihr hier, wenn schon eine schwierige, so doch eine fruchtbare Aufgabe gewiß.

Gelegentlich eigener Untersuchungen über das Bewegungsverhalten einiger *Oscillatoria*- und *Phormidium*-Arten und Arten verwandter Gattungen war zum genauen Wiedererkennen eine möglichst pünktliche Bestimmung der zur Versuchen benutzten Formen notwendig. Hierbei war ich bemüht, nach bisher unberücksichtigt gelassenen Unterscheidungsmerkmalen zu suchen.

Schon NÄGELI[1]) hatte sich eingehend mit der lange bekannten Achsendrehung der Oscillarienfäden beschäftigt. Er behauptete darauf, daß die Rotation für alle untersuchten Arten ohne Ausnahme von rechts nach links erfolge. Jeder, der bei Oscillarien die Richtung der Achsendrehung festzustellen versucht hat, weiß, wie schwierig hier, namentlich bei den völlig geraden Fäden, eine sichere Beobachtung ist. CORRENS[2]) fand zwar ebenfalls Beständigkeit in der Umdrehungsrichtung; doch galt dies nur innerhalb einer Art. Er untersuchte *Oscillatoria Frölichii* Ktz. var. *fusca* Kirchn. und *O. princeps* Vauch. Die erste Form zeigte stets Rechtsdrehung,

1) Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik, 2. Heft, Leipzig 1860, Seite 95.
2) Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellschaft XV, 1897, Seite 141.

die andere rotierte immer nach links. Hier war eine Handhabe, die es zu beachten galt. Ich selber kann nach meinen Erfahrungen behaupten, daß die Rotation bei den Arten verschieden, daß sie zugleich innerhalb der Art völlig beständig ist. Die Beobachtung unter dem Mikroskop ist aber für den Systematiker viel zu umständlich und zeitraubend und vor allem Täuschungen unterworfen und so für ihn ganz ohne Belang. Dennoch liegt in der Rotationsrichtung ein Merkmal von systematischem Werte vor. Es galt, es auf irgend eine Weise zu verdeutlichen und dem praktischen Botaniker nutzbar zu machen. Ich habe nun ein Verfahren gefunden, das die Bestimmung der Umdrehungsbewegung ungemein erleichtert, ja, diese Eigenschaft erst für eine systematische Bearbeitung nach dieser Richtung hin möglich macht. In meiner Arbeit „Zur Kenntnis der Oscillarienbewegung"[1]) habe ich dargetan, daß ein kriechender Oscillarienfaden auf einer feuchten Unterlage, sofern diese dem Vorwärtswandern einen gewissen leichten Widerstand entgegenstellt, sich nicht wie in den bekannten Strahlungsfiguren der Herbarienpräparate geradlinig hinbewegt, sondern in einem dem unbewaffneten Auge leicht bemerkbaren Kreisbogen. Die Bildung dieser bogenförmigen Bewegungsart ist ebenso bemerkenswert wie die Achsendrehung des Fadens selber, ja ist abhängig von dieser. Ich kann auf die physiologischen Verhältnisse hier nicht genauer eingehen und muß dieserhalb auf meine Arbeit verweisen. Wichtig ist nur, daß die Richtung der Fadenrotation den Rechts- oder Linksverlauf der großen Bogenbewegung bedingt. Für den Systematiker dürfte die Bewegung auf einer Gelatineunterlage am besten zu bemerken sein. Die Beobachtung der Oscillarien auf Gelatine ist, glaube ich, für ihn von einer nicht zu unterschätzenden Bedeutung. Hierzu läßt sich die käufliche Gelatine ebensogut wie Agar-Agar-Gallerte verwenden.

Genau erprobt habe ich den Agar-Agarboden. Man kocht gewöhnliches Leitungswasser mit 1% Agar-Agar gut durch und gießt die so entstandene, noch warme Flüssigkeit in eine Glasschale oder einen Teller und läßt sie erstarren, so daß eine ebene Schicht daraus wird. Von größeren Arten, deren einzelner Faden mit bloßem Auge gut sichtbar ist, etwa den *Princípes* Gom. in der Gattung *Oscillatoria*, bringt man nur je einen Faden auf diese Unterlage. Es ist dabei ganz gleichgültig, ob der Faden mit seinen Enden typisch ausgebildet ist oder nicht, ob er abgebrochen,

1) Festschrift zum 70. Geburtstage von Ernst Stahl. Flora, N. F. XI, 1918, Seite 850 ff.

ist oder nur in Bruchstücken vorliegt, ob er gerade ausgestreckt, gekrümmt oder in einer Schleife auf dem Agar ruht. Kleinere Arten legt man in ausgewaschenen, kleinen Klümpchen auf die Platte. Immer ist es besser, auch hier einzelne Fäden zur Beobachtung zu bringen. Die so beschickten Agargefäße werden mit einer Glasplatte bedeckt im Dunkeln aufbewahrt. Nach 24 Stunden ist das gewünschte Ergebnis deutlich zu sehen. Die Einzelfäden liegen nicht mehr am Anfangsorte, sondern in einer scheinbar beliebigen, anderen Richtung irgendwo auf der Agarschicht. Die Klümpchen der keineren Arten sind ausgestrahlt. Was nun wichtig ist, ist dies: die Fäden hinterlassen auf der Unterlage eine Spur, verursacht, wie es scheint, durch eine chemische Auflösung des Agars, welche indes zunächst meist verborgen bleibt, doch sofort bemerkt und studiert werden kann, wenn man die Agarschicht in bestimmter, auszuprobierender Haltung schräg gegen das Licht hält. Ist sie auch in dieser Stellung zum Lichte nicht zu sehen oder nicht an allen Teilen zu verfolgen, tritt sie sicher immer hervor, wenn man die Gallerte von irgend einer Seite, etwa vom Rande der Schale her, leicht mit dem Finger oder Glasstabe zusammenschiebt. Längs der Spur treten dann feine Wassertröpfchen auf, und dadurch wird der gesamte Weg aufs schönste deutlich. Der Gang der Fäden in den ausstrahlenden Klümpchen ist zwar nicht ganz so einfach zu erkennen. Aber je kleiner die Klümpchen, desto weniger beeinflussen sich die auskriechenden Fäden gegenseitig. Die Spuren, teils gar nicht bemerkbar, teils sich untereinander verwischend, spielen für uns keine Rolle. Der Weg wird hier durch die hintereinander in der gleichen Richtung austretenden und sich solcherweise zu zusammenhängenden Strängen vereinigenden Fäden gekennzeichnet.

Auf diese Weise unterscheiden Arten, die nach rechts gewandert sind, sich von denen, die den Weg nach links genommen haben. Ich will die anderswo bereits gegebenen Abbildungen hier nicht wiederholen. Meine schon genannte Arbeit gibt auf Seite 352 deren mehrere. Auch in der Hedwigia, Jahrgang 1917, Seite 349, findet sich ein bezeichnendes Bild.

Die mitgeteilte Methode erscheint mir noch deshalb beachtenswert, weil die bogenförmigen Strahlungsbilder sich ohne Schwierigkeit im Herbar aufbewahren lassen. Man läßt die Agarschicht samt Oscillarien auf einem Blatt Papier eintrocknen.

Leider konnte ich bisher dieses Hilfsmittel zur Unterscheidung verschiedener *Oscillatoria-* und *Phormidium-*Arten erst wenig zur

Anwendung bringen. Als ich 1914[1]) einige neue Arten beschrieb, hatte ich ihm noch keine Aufmerksamkeit geschenkt. In der kurzen Zusammenstellung der hormogonen Cyanophyceen des mittleren Saaletals[2]) kam es ebenso noch wenig zum Ausdruck. Immerhin bin ich von seiner Brauchbarkeit völlig überzeugt. *Oscillatoria curviceps* Ag. var. *violescens mihi* dreht zum Beispiel immer nach rechts, *Phormidium autumnale* (Ag.) Gom. desgleichen, *Oscillatoria limosa* Ag. und *Phormidium uncinatum* (Ag.) Gom. dagegen nach links. Gerade die beiden eben genannten *Oscillatoria*-Arten, die sonst gar nicht leicht zu unterscheiden sind und ehemals unter einem Artnamen genannt wurden, lassen sich leicht auseinander kennen. Aber auch auf die *Lyngbya*-Arten wird sich das Hilfsmittel ausdehnen lassen.

Hoffentlich wird das Verfahren bald von einer anderen Seite geprüft und auf möglichst viele Arten ausgedehnt werden.

63. Hugo Fischer: Anemone alpina L. mit monströsem Blütenhüllblatt.

(Mit 1 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 10. Dezember 1919.)

Im August 1889 fiel mir am Nordabhang der Kesselkoppe im Riesengebirge unter den zahlreich dort blühenden Alpen-Anemonen eine auf, welche durch die beschriebene und abgebildete Abnormität ausgezeichnet war. Ich nahm zunächst der Merkwürdigkeit halber die Pflanze mit und preßte sie, ohne mir mehr dabei zu denken. Erst spät ist mir klar geworden, daß es doch eine rechte Seltenheit sein muß, denn ich habe Riesengebirge und auch Kesselkoppe seither wiederholt besucht, gerade im Spätsommer, wenn der „Teufelsbart" zum zweiten Male blüht, habe aber weder dort, noch in dem ganzen Verwandtschaftskreise wieder etwas ähnliches gesehen.

Das eine abnorme Perigonblatt, mit 14 mm Länge um einige Millimeter kürzer als die 6 übrigen, 7 mm breit, ist in der Mitte bis auf 4 mm eingespalten, aus dem Spalt ragt ein zusammengefaltetes

1) Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellschaft, XXXII, 1914, Seite 122 ff.

2) Hedwigia, LVIII, 1917, Seite 342 ff.

grünes Blättchen von 8 mm Länge hervor. Das Blatt ist nicht das äußerste, sondern in der Deckung das 3. der 7 Perigonblätter.

Der Fund ist vielleicht nicht ohne Interesse für die Herleitung der Blütenhüllblätter überhaupt, für welche gerade die Familie der Ranunculaceae schöne und lehrreiche Beispiele enthält. Bei „Herleitung" denke ich dabei weniger an die vergleichende entwicklungsgeschichtliche Morphologie, als an eine stammesgeschichtliche Metamorphose; diese ist ja gewiß stets hypothetischer Art, aber die erstere kann uns auf Fragen der hier zu erörternden Art überhaupt keine Antwort geben.

Woraus sind die beiden Kreise einer „vollständigen" Blütenhülle, sind Kelch und Krone herzuleiten?

Abb. 1. Blütenhüllblatt von *Anemone alpina* L., mit grünem Laubblättchen in der Mitte. 2/1 nat. Größe.

In dem genannten Verwandschaftskreise haben wir

1. einfache Blütenhülle, keine Honigblätter bei *Anemone* § *Euanemone* und *A.* (§ *Pulsatilla*) *alpina*, bei *Thalictrum* und *Clematis*.

2. einfache Blütenhülle, meist korolloid, dazu Honigblätter, bei *Anemone* § *Pulsatilla* außer *A. alpina*, bei *Caltha*, *Trollius*, *Helleborus*, *Eranthis*, *Nigella*, *Isopyrum*, *Myosurus*, *Aconitum*, *Delphinium*.

3. doppelte Blütenhülle, aber die inneren Perigonblätter sind zugleich Honigblätter: *Ranunculus* einschl. *Batrachium* und *Ficaria*, und *Aquilegia*; *Ranunculus* mit kelchartigem, *Aquilegia* mit korolloidem Außenperigon.

4. doppelte Blütenhülle, Kelch und Krone, keine Honigblätter: *Paeonia*, *Actaea*, *Adonis*.

(Wir beschränken uns auf die mitteleuropäischen Vertreter, die vollauf genügen, um, worauf es ankommt, zu erläutern.)

Den ersten Fortschritt innerhalb des Kreises zeigt *Anemone* § *Pulsatilla*, deren Honigblätter noch sehr an Staubblätter gemahnen; die Honigblätter finden ihre eigenartigste Ausbildung dann bei

Nigella, *Aconitum*, *Delphinium*; ganz wie Kronblätter, im Gegensatz zum Kelch, erscheinen sie bei *Ranunculus*, um bei der 4. Gruppe (s. o.) nur noch Kronblätter darzustellen.

Hier haben wir den recht deutlichen Hinweis, wie die Blumenkrone stammesgeschichtlich durch Metamorphose aus einem staminodial gewordenen Staubblattkreis hervorgegangen sein mag; auf eine enge Verwandtschaft zwischen Korolle und Staubblättern deuten ja auch die „gefüllten" Blüten, die mit verschwindend wenigen Ausnahmen (*Mimulus hybr.*, *Campanula medium*) durch Entwicklung von Staubblattanlagen zu Blumenblättern entstehen. Weitere Beispiele: der allmähliche Uebergang von Staub- zu Perigonblättern bei *Nymphaea*, und *Capsella bursa pastoris* var. *apetala*, die an Stelle der 4 Petalen 4 Staubblätter, deren also im ganzen 10, besitzt.

Das äußere Perigon, den Kelch, haben wir wohl Anlaß, im Gegensatz zur Blumenkrone auf Hochblätter, also auf ursprüngliche Assimilationsorgane zurückzuführen, oder m. a. W.: im allgemeinen (Ausnahmen vorbehalten) sind die Blumenblätter als metamorphosierte Sporophylle, die Kelchblätter als metamorphosierte Trophophylle anzusprechen.

Ein Vorkommen, wie die oben beschriebene und abgebildete Monstrosität, legt ebenfalls letztere Deutung nahe; erinnert sei noch an die stark laubblattähnliche Beschaffenheit der Blütenhülle von *Helleborus*. Eigenartigen Übergang von Laubblättern zu einem kelchartigen Gebilde zeigt *Anemone* § *Hepatica*, bei korolloidem Außen- und fehlendem Innenperigon.

64. L. Geisenheyner: Über eine monströse Linaria vulgaris.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 11. Dezember 1919.)

Gelegentlich eines Ausfluges in die benachbarte bayerische Pfalz machte ich einen schönen Fund in einer monströs ausgebildeten Leinkraut- oder Frauenflachspflanze. Ich hatte, um nach der Altenbamburg zu kommen, einen wenig begangenen Weg gewählt, der auf dem rechten Alsenzufer am Fuße eines großen, z. Z. stilliegenden Melaphyrsteinbruches vorüberführt. Hier fiel mir schon von weitem am Wegrande eine Pflanze oder Pflanzengruppe auf, deren steif aufrecht stehende Infloreszenzen an *Reseda luteola* erinnerten. Dazu paßten aber die dichtstehenden schmallinealischen Blätter nicht. In die Nähe gekommen merkte ich, daß ich *Linaria vulgaris* vor mir hatte, aber mit einer Blütenform, wie ich diese doch so gemeine Pflanze noch nie gesehen habe. Statt der normalen, weithin kenntlichen, langgespornten gelben Blumenkronen trugen die langen aufrechten Trauben nur kleine weißliche, kerzenartig aufrecht stehende Blüten, von denen jedoch im Verhältnis zu der sehr großen Anzahl noch nicht entfalteter nur erst wenige ihre volle Entwickelung erreicht hatten. Die nähere Betrachtung der Blüten zeigte, daß der kerzenähnliche Blütenteil überhaupt keine Corolle ist und daß ich eine äußerst interessante Blütenabnormität gefunden zu haben annehmen konnte. Das wurde mir auch beim Nachforschen in der teratologischen Literatur bestätigt, denn ich habe weder in den Werken von O. PENZIG und M. T. MASTERS noch in den mir sonst noch zugänglichen Schriften auch nur die geringste Andeutung gefunden, obgleich besonders O. PENZIG über die bisher bei dieser Art beobachteten Blütenabnormitäten sehr ausführlich berichtet.

Was mir bei der genaueren Betrachtung zuerst auffiel war die außerordentliche Blühwut der großen und weitverzweigten Pflanze; an einigen der langen Trauben, mit denen jeder der vielen Zweige und Zweiglein endigt, zählte ich schon 91, 74, 79, 89 Blüten und Knospen, obgleich das Wachstum der Spindel noch gar nicht abgeschlossen war. Auch daß es sich bei der Abnormität um eine Vergrünung handelte war leicht festzustellen, denn

darin kamen alle vollkommen entwickelten Blüten überein, daß die *Corolle durch 5 kleine, lanzettliche, grüne Blättchen ersetzt ist*, die mit den ihnen in Form und Konsistenz ganz gleichen Kelchblättern alternieren, was auch schon deutlich an den Knospen zu erkennen ist. Da ich an Ort und Stelle über die Umbildung der anderen Blütenkreise nichts Genaueres erkennen konnte, nahm ich reichliches Material mit nach Hause, wo ich bei Lupenvergrößerung folgendes feststellte. Zunächst, daß bei allen vollkommen entwickelten Blüten die Gestaltung des Gynäceums im wesentlichen übereinstimmt; durch *seine Größe* und die vom Grün der anderen Kreise abweichende Farbe ist es allein imstande, die Aufmerksamkeit auf sich zu lenken. Der Fruchtknoten, der in seinen Fächern auch

Abb. 1.

Samenknospen ausbildet, ist scheinbar unverändert. Die Anzahl der Fächer ist aber nicht wie bei der normalen Blüte zwei, sondern schwankt zwischen 4 und 5 oder sogar noch mehr. (Abb. 1.) Statt des normalen fadenförmigen Griffels trägt er eine weiße, weithin sichtbare, oben sich erweiternde Röhre von etwa 1 mm Weite, die sich bis zu 1 cm auswächst, oft aber seitlich aufgeschlitzt ist. Bei jüngeren Blüten, *wo dieser röhrige Griffel noch kurz ist*, zeigt er eine deutlich fünflappige geschlossene grüne Narbe. Beim Wachsen krümmt sich nun der obere Teil ein wenig nach außen, die Narbe wird mehr hellgrün, die Lappen wachsen ungleich weiter und es entsteht vielfach eine in die Länge gezogene senkrecht stehende Öffnung, deren etwas wulstig aufgeworfener Rand mit Papillen besetzt ist. Bei jüngeren Blüten ist meist der Griffel fast halbkreisförmig nach außen gebogen. Bisweilen vertiefen sich die Einschnitte zwischen den Narbenlappen derart, daß sich fadenförmige Teile von der

Röhrenwand ablösen, so daß einzelne Griffel vorhanden sind oder zu sein scheinen. Hat also die Umformung des Gynäceums in allen Blüten im ganzen dieselbe Form hervorgebracht, so ist das beim Andröceum durchaus nicht der Fall. In sehr vielen Fällen ist es vergrünt wie die Corolle und besteht wie diese aus 5 Blättchen, so daß der Stempel in solchen Blüten von 3 alternierenden Blattkreisen umgeben ist. In anderen erscheint es noch nicht fertig umgebildet und die einzelnen Stamina zeigen sich in derart verschiedenen Gestalten, daß es bei den meisten sehr schwer halten würde, diese Gebilde richtig zu deuten, wenn sie nicht gerade an dieser Stelle in der Blüte ständen, oder wenn sie gar außerhalb der Blüte zur Betrachtung kämen. Es hat mir den Eindruck gemacht, als würden diese verschiedenen Formen zeigen, wie die Pflanze darnach gestrebt hat, auch den Staubkranz in einen Blattkranz zu verwandeln, daß sie aber ihr Ziel nicht bei allen erreicht hat und diese auf den verschiedenen Stufen der Umbildung stehen geblieben sind. Bei allen ist das chlorophyllose Filamentum blattartig verbreitert und etwas nach außen vorgewölbt. Seine Seitenränder sind nach innen umgeschlagen und mit dem Fruchtknoten verwachsen oder röhrenförmig miteinander. Da der obere Teil oft fadenartig verlängert ist, so kann leicht der Eindruck hervorgerufen werden, als habe man es mit einem Stempel zu tun. Diese Meinung befestigte sich bei mir noch bedeutend dadurch, daß ich in einem der durch Verwachsung gebildeten Hohlräume zwei Reihen von Samenknospen gefunden habe. Ich glaubte daher, daß hier eine Umbildung des Andröceums zum Gynäceum vorliege, eine Abnormität, die zwar vorkommt — ich denke besonders an Weidenkätzchen — aber doch im ganzen recht selten ist.

Aber meine anderen Beobachtungen wollen dazu nicht passen. Hat nämlich das Filamentum röhrenförmige Gestalt angenommen, so ist es im oberen Teil doch offen oder schief abgeschnitten. Die entstehenden Ecken sind seitwärts gerichtet, meist dunkelrotbraun gefärbt und oft in kurze Fortsätze ausgezogen. Diese Spitzen sind vielfach gemshornartig nach außen gebogen, bisweilen halbmondförmig nach den Seiten zu; im älteren Zustande fand ich sie auch schraubenförmig aufgewickelt. In einer Blüte waren sie weiß geblieben, hatten aber an der Außenseite einen etwas verdickten braunen Rand mit rauher Oberfläche. Sind die Ecken weniger scharf hervortretend so ist doch der schräg absteigende Rand rauh, braun und verdickt. Es dürfte wohl kaum zweifelhaft sein, daß diese Bildungen als die umgewandelten Antheren anzusehen sind. Dann entspricht das zwischen ihnen

liegende Stück des Staubfadens dem Connectivum. Gewöhnlich ist es grün und oft nach oben blattartig ausgewachsen, bald kurz und etwas verbreitert, bald lang und zungenförmig gestreckt. Tritt nun noch eine Verkürzung des Filamentes hinzu, wie ich sie auch beobachtet habe, oder gar seine völlige Ausschaltung, so entsteht das vollendete Laubblatt, deren fünf in so vielen Blüten den dritten Blattkreis bilden.

Soweit meine Beobachtungen, wenigstens die wesentlichen, auf die Umformung der Blütenteile bezüglichen, und leider schließen sie mit einem Zweifel an ihrer Zuverlässigkeit. Denn ich kann mir doch kaum denken, daß sich ein Teil der Staubblätter in Laubblätter, andere in Stempel umwandeln könnten. Darüber Klarheit zu schaffen konnte ich nur durch mikroskopische Untersuchung erhoffen, die ich aber leider nicht selber ausführen kann, da mir ärztlicherseits das Mikroskopieren durchaus verboten ist. Da half mir Herr Geh. Rat Prof. Dr. Möbius, dem ich von meinem Funde Mitteilung gemacht hatte, in bekannter freundlicher Weise, wofür ich ihm auch an dieser Stelle besten Dank sage. Er wußte einen Herrn seines Instituts so für die Sache einzunehmen, daß er sich erbot, die gewünschte Nachuntersuchung vorzunehmen. Herr stud. phil. nat. J. Graf führte sie aus und war so freundlich, mir seine Bemerkungen und schönen Zeichnungen, die er demnächst zu veröffentlichen gedenkt, zu übersenden. Für jetzt sei nur kurz bemerkt, daß sie meine Beobachtungen im ganzen bestätigen und zeigen, daß ein Stamen wirklich zum Teil in ein weibliches Organ, zum Teil in Laubblattform umgestaltet sein kann, daß ich aber irrtümlich überzählige Stempel für umgebildete Staubblätter gehalten habe.

Ehe ich nun dazu übergehe, noch einige biologische Beobachtungen an dieser interessanten Pflanze mitzuteilen, will ich noch eine Blüte erwähnen, die mir dadurch aufgefallen war, daß sie außer der Vergrünung noch eine andere Abnormität zeigte. Sie hatte nämlich zwischen den beiden äußeren Blattkreisen noch kleine Sprosse entwickelt. Auch Kollege Dr. Ortmann, dem ich meinen Fund gezeigt und einen Teil meines Materials gegeben hatte, fand eine solche Sprossung und zeichnete sie mir auch dankenswerterweise. (Abb. 2.)

Bei dem regen Interesse, das er der Sache entgegenbrachte, machte er den Vorschlag, doch zu versuchen, ob die Form nicht durch Vererbung erhalten werden könne, indem man eine künstliche Bestäubung vornähme. Obgleich ich mir kaum einen Erfolg davon versprach, so gingen wir doch am 20. August zu diesem Zwecke an den Stand-

ort. Und da ganz in der Nähe ein reichblühendes normales Exemplar von *Linaria vulg.* stand, so konnte von ihm aus leicht der Pollen auf eine größere Zahl von Blüten übertragen werden. Dabei fanden wir in einiger Entfernung von der großen Pflanze noch eine Anzahl kleiner Exemplare mit genau denselben abnormen Blüten. Jetzt schien auch mir ein Erfolg nicht ausgeschlossen, besonders da ich an einer bereits im Welken begriffenen Blüte einen sehr dick angeschwollenen dunkel- fast schwarzbraunen Fruchtknoten gefunden hatte. Zudem waren die kleinen Pflanzen so weit von

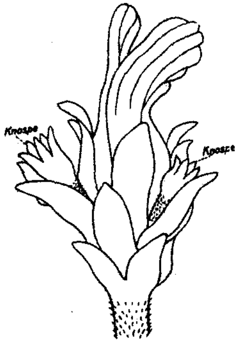


Abb. 2.

der Stammpflanze entfernt, daß ich kaum annehmen zu dürfen glaubte, sie könnten aus Wurzelsprossen von ihr herrühren, auf deren Vorkommen bei *Linaria vulgaris* ich übrigens bis dahin noch nicht geachtet hatte. — Am 11. Sept. besuchte ich die Pflanze wieder, um ihre Weiterentwicklung zu beobachten. Die eine früher gefundene Frucht hatte sich inzwischen noch etwas vergrößert und schwarzblau gefärbt, und an einem anderen Stengel fand ich drei neue, stark geschwollene Fruchtknoten. Es war also Aussicht auf Samenreife vorhanden. Im übrigen war ich aber von dem, was ich sah, wenig befriedigt; denn infolge der großen Hitze, die seit einigen Tagen herrschte, war die ganze Pflanze sehr matt und die oberen Teile der Blütenstände waren an diesem heißesten Tage des

ganzen Sommers nahe daran zu vertrocknen. Doch das Wetter änderte sich, und als ich 8 Tage später meinen Besuch wiederholte, machte sie wieder einen ganz frischen Eindruck.

Inzwischen hatte ich mich von dem Vorkommen von Wurzelsprossen bei dieser *Linaria*-Art überzeugt und, um über die Herkunft der kleinen Pflanzen zu einem ganz sicheren Ergebnis zu kommen, scheute ich die schwere Arbeit nicht, die zum Teil recht schweren Steine fortzuräumen. Sie war aber nicht resultatlos, denn ich konnte *zweifellos feststellen, daß alle die kleinen Stücke* mit dem Hauptstock zusammenhangen, der wirklich einzelne sehr lange (bis über 1 m) und sehr dünne Wurzelzweige durch das Steingeröll hindurch getrieben hat. Und diese treiben wieder an einzelnen Stellen Sprossen aufwärts, aus denen sich die neuen Pflanzen entwickeln, die natürlich der Stammpflanze in allen wesentlichen Merkmalen gleichen müssen. Das Vorhandensein der kleinen Pflanzen ist also kein Beweis für eine geschlechtliche Fortpflanzung. Aber die eine ältere und die drei am 18. Sept. gefundenen unreifen Früchte? Die erste war welk geworden, die drei anderen nicht größer. Am 3. Oktober zogen sie mich wieder zur Stelle. Als ich mich ihr nahte, hörte ich lautes Geräusch, wo sonst lautlose Stille herrschte, und herangekommen sah ich, daß im Steinbruch gearbeitet wurde. Meine Angst, die Pflanze könnte beschädigt oder vernichtet werden, war leider nicht grundlos, denn sie hatte durch Verschütten so schweren Schaden gelitten, daß sie nicht mehr lebensfähig war. Nur eine Anzahl wenig beschädigter Infloresccnsstücke konnte ich durch Ausgraben retten. Die drei unreifen Früchte sind zerquetscht und die Vererbungsfrage muß leider ungelöst bleiben.

65. Jakob Graf: Eine abnorme Blütenbildung bei Linaria vulgaris.

(Ergänzung der Arbeit des Herrn L. GEISENHEYNER.)
(Mit Tafel VII.)

(Eingegangen am 16. Dezember 1919.)

Das Material der von Herrn GEISENHEYNER gefundenen und in der vorhergehenden Mitteilung beschriebenen Pflanze wurde mir zur genauen mikroskopischen Untersuchung anvertraut, deren Ergebnisse ich mir im Folgenden vorzulegen erlaube.

Der Fruchtknoten der normalen Blüte (Fig. 1) besteht aus 2 Blättern, die mit ihren Rändern miteinander verwachsen und nach innen umbiegen, so daß eine Scheidewand entsteht und der Fruchtknoten zweifächerig wird. Die miteinander verwachsenen Blattränder teilen sich wieder und biegen abermals um, so daß die Ränder desselben Blattes in 1 Fach zu liegen kommen, wo sie miteinander verwachsen, zur Plazenta anschwellen und Samenknospen tragen. Unter den normalen Fruchtknoten befand sich auch ein solcher mit 3 Fächern, die durch 3 Fruchtblätter gebildet waren. Diese waren auf dieselbe Weise wie bei dem 2-fächerigen Fruchtknoten miteinander verwachsen, so daß also das dritte Blatt zwischen die beiden andern eingeschaltet war. Das Gynöceum der monströsen Blüte ist 4-, 5-, 6- und zuweilen sogar 7-fächerig (Fig. 2 u. 3). Man sollte nun vermuten, daß hier die Vielfächerigkeit in derselben Weise zustande komme wie bei dem erwähnten 3-fächerigen Fruchtknoten. Dem ist jedoch nicht so. Wie Fig. 2 zeigt, befindet sich in der Mitte des Gynöceums ein Fach, in welches die 4 Ränder (a u. b die Ränder des einen Blattes, c u. d die des andern) zweier Fruchtblätter ragen. Die Verwachsung dieser beiden Fruchtblätter ist unvollständig, indem die äußersten Teile ihrer Ränder frei sind. Die Scheidewand kommt also nicht mehr zustande, so daß diese beiden Fruchtblätter nur 1 Fach bilden. Die übrigen Fächer des Gynöceums sind nun dadurch entstanden, daß von außen her Fruchtblätter mit den beiden inneren verwachsen sind. Von den äußeren Fruchtblättern ist in Fig. 2 das eine nur mit einem Rande mit den übrigen verwachsen; der andere freie Rand ist ebenfalls nach innen umgebogen, aber nicht mit dem ersteren zu einer Plazenta verschmolzen. Dieses nur teilweise

verwachsene Blatt gehört, wie sich bei der Zergliederung der Blüte ergab, in den dritten Kreis, der dem Staubblattkreis der normalen Blüte entspricht. An der Anordnung der inneren und äußeren Fruchtblätter sehen wir, daß die Vielfächerigkeit des Gynöceums nicht zustande kommt, indem der 2-fächerige Fruchtknoten sich durch Einschieben neuer Fruchtblätter in einen mehrfächerigen umbildet (wie oben bei dem 3-fächerigen), sondern dadurch, daß von außen her neue Fruchtblätter mit den beiden inneren verwachsend, sich anlagern. So erklärt es sich auch, daß häufig zwischen den äußeren und inneren Fruchtblättern noch Spalten vorhanden sind (*Fig. 2 u. 3*), die dadurch entstehen, daß die Verwachsung nach dem Innern des Fruchtknotens zu nicht vollständig ist.

Vergleichen wir nun die inneren und äußeren Fruchtblätter bezüglich der Vollkommenheit ihrer Ausbildung, so finden wir, daß die beiden inneren viel schwächer ausgebildet sind als die äußeren. Deutlicher als der Querschnitt zeigt das der Längsschnitt (Fig. 4). Die inneren Fruchtblätter sind schwach geblieben, haben kümmerliche, wenige Samenknospen tragende Plazenten und dürftig entwickelte Griffel und Narben. Wie schon erwähnt, ist auch die Verwachsung ihrer Ränder unvollkommen (Fig. 2 u. 3). Im Gegensatz *dazu sind die äußeren Fruchtblätter mächtig entwickelt*, haben eine große, gewöhnlich hängende Plazenta mit vielen Samenknospen und sind in ihrem oberen Teil mehr oder weniger zu einem ansehnlichen Griffel verwachsen. Oben ist derselbe zu einer Narbe angeschwollen, die zahlreiche Papillen trägt. Die äußeren Fruchtblätter, die sich früher entwickeln als die beiden inneren, wachsen stark über diese hinaus. Die beiden inneren Fruchtblätter werden also gewissermaßen erstickt. Alle Samenknospen in den inneren und äußeren Fächern sind gut ausgebildet und scheinen zum Teil befruchtet zu sein.

Griffelquerschnitte zeigen die verschiedensten Bilder. Das kommt einmal daher, daß die Zahl der Fruchtblätter, die das Gynöceum bilden, nicht bei allen Blüten konstant ist, zum andern dadurch, daß die Verwachsung der Einzelgriffel nicht gleichmäßig vom Grunde des Griffels bis zur Narbe durchgeführt ist. Hinzu kommt, daß die Griffel der inneren Fruchtblätter infolge ihres Kleinerbleibens nicht immer beim Schneiden getroffen werden. (Vgl. Fig. 5, 12, 13a u. 13b.) Die Figuren 5 und 12 zeigen, wie die Griffel mit ihren Rändern verwachsen sind, wie sich aber der Ring nicht vollständig schließt, sondern auf der einen Seite offen bleibt. Fig. 13a zeigt dagegen einen Griffelquerschnitt, wo

die äußere Röhre vollständig verwachsen ist. Fig. 13b ist ein Querschnitt desselben Griffels, aber schon im Bereich der Narbe, wie die Papillen zeigen. Hier ist die Röhre nicht mehr geschlossen. Im Innern dieser Röhre befinden sich gewöhnlich die Griffel der beiden inneren Fruchtblätter, die nur teilweise oder gar nicht mit der äußeren Griffelröhre verwachsen zu sein scheinen. Es kommen sogar Fälle vor, wo diese beiden inneren Fruchtblätter nach unten umbiegen. Fig. 6 stellt vergleichsweise einen Querschnitt durch den Griffel einer normalen Blüte dar. Die beiden Fruchtblätter sind bis auf den engen Griffelkanal zu einem kompakten Gewebe verschmolzen. —

Wie die Fig. 7, 8a u. 9a zeigen, tragen alle Blätter des 3. Kreises mit wenig Ausnahmen Samenknospen, die aber nicht die Größe derjenigen des eigentlichen Gynöceums erreichen und meistens schrumpfen. Sie entspringen aus deutlich verdickten Stellen der Blattränder, den Plazenten. Bisweilen findet sich nur eine Plazenta vor (Fig. 7), indem der andere Blattrand bis zum Grunde hin ohne jegliche Anschwellung ist. Bei den meisten Blättern dieses Kreises erstrecken sich die Wülste des Blattrandes über die Ansatzstelle der Samenknospen hinaus und tragen auf ihrem oberen Teil zahlreiche Narbenpapillen (Fig. 8a u. 9a) Zwischen diesen Wülsten und der Blattspreite befinden sich seichte Einschnitte, so daß in den meisten Fällen das Blatt 2 Narbenlappen trägt. Es kommen auch Fälle vor, wo nur an einem Rande ein Narbenlappen ausgebildet ist. Die Blättchen dieses Kreises sind nach der Mittelrippe zu eingerollt und häufig mehr oder weniger verwachsen, so daß eine Röhre entsteht, die an ihrer Innenseite die Samenknospen trägt. Diese Röhre wird manchmal noch von einem kurzen Stiel emporgetragen, wie es Fig. 4 zeigt. Häufig sind die Blättchen des 3. Kreises unter sich verwachsen, wie es in Fig. 9a, 9b, 9c u. 9d dargestellt ist. 9b, 9c u. 9d sind Querschnitte von 9a in der Folge von oben nach unten. Fig. 10a und 10b, die von einem Blatt sind, zeigen ebenfalls die trichterförmige Verwachsung. Fig. 8b ist ein Querschnitt des Blattes der Fig. 8a. Nicht selten sind die Blättchen des 3. Kreises mit dem Gynöceum teilweise verwachsen. Unwillkürlich kommt man zu der Annahme, daß diese Blättchen umgebildete Antheren sind, zumal sie sich an deren Stelle befinden. Wie sind aber nun die äußeren Fruchtblätter des mehrfächerigen Gynöceums zu verstehen? Bei der normalen Blüte sieht man schon mit bloßem Auge, daß rings um den Fruchtknoten an dessen Grunde ein 5-lappiges Nektarium vorhanden ist, das im Längsschnitt fünf stumpfe

Gewebekegel zwischen Krone und Fruchtknoten bildet. Bei der abnormen Blüte ist von einem solchen Nektarium überhaupt keine Spur mehr vorhanden. Kleine Gewebekegel am Grunde der Blätter des zweiten Kreises (Fig. 11) sind Vegetationspunkte von Seitensprossen, welche häufig mehr oder weniger vollkommen ausgebildet sind. Das Fehlen der Nektarien und das Auftreten überzähliger Fruchtblätter außerhalb der beiden zentral gelegenen kann ich mir nur so erklären, daß die Lappen des Nektariums weitergewachsen sind und sich zu Fruchtblättern ausgebildet haben.

Die Pflanze offenbart also einen großen Überfluß an Kraft. Dabei hat sie die Tendenz, ihre ganze Energie im Anlegen von Samenknospen zu verbrauchen. Die Pollensäcke sind nirgends mehr zur Ausbildung gelangt; die Wülste am Rande der Blätter des dritten Kreises sind nur Ansätze dazu. Mit dem Anlegen von Samenknospen und Narben in diesem Kreis scheint die Kraft der Pflanze, weibliche Organe zu bilden, noch nicht erschöpft zu sein, sondern sie scheint sich auch noch im zweiten Kreis, der an Stelle der Krone steht, geltend zu machen. Hier fand ich nämlich unter den Blättchen, die häufig am Grunde verkümmerte Sprosse tragen, auch ein solches mit einer stielartigen Plazenta, auf deren Gipfel 3 verkümmerte Samenknospen standen. Bisweilen befinden sich in der Achsel der Blätter des zweiten Kreises vollständig entwickelte Blüten vom gewöhnlichen monströsen Typus. Die verkümmerten Achselsprosse haben oft nur ein Blatt.

Es sind also mehrere Faktoren, die, ineinandergreifend, die monströse Blüte hervorbringen, nämlich Vergrünung und Übergang vom Hermaphroditismus zur Eingeschlechtigkeit auf Kosten der außerhalb des Gynöceums liegenden Blütenteile. —

F r a n k f u r t a. M., Botan. Institut.

Erklärung der Tafel VII.

Fig. 1. Querschnitt durch den normalen Fruchtknoten von *Linaria vulgaris*. Die Plazenten sind noch nicht ganz verschmolzen. V. = 12 : 1.

Fig. 2. Querschnitt durch das Gynöceum einer abnormen Blüte. V. = 25 : 1.

Fig. 3. Querschnitt durch das Gynöceum einer abnormen Blüte. V. = 12 : 1.

Fig. 4. Längsschnitt durch das Gynöceum einer abnormen Blüte. V. = 12 : 1.

Fig. 5. Querschnitt durch den Griffel einer abnormen Blüte. V. = 10 : 1.

Fig. 6. Querschnitt durch den Griffel einer normalen Blüte. V. = 18 : 1.

Fig. 7. Blatt aus dem dritten Kreis mit nur einer Plazenta, ohne Narbenlappen. V. = 12 : 1.

Fig. 8a. Blatt aus dem dritten Kreis mit zwei Narbenlappen und zwei Plazenten. V. = 12 : 1.

Fig. 8b. Querschnitt durch das Blatt von 8a. V. = 10 : 1.
Fig. 9a. Zwei miteinander verwachsene Blätter aus dem dritten Kreis. V. = 12 : 1.
Fig. 9b. 9c u. 9d. Querschnitte durch die zwei Blätter von 9a. V. = 10 : 1.
Fig. 10a. Querschnitt durch ein Blatt des dritten Kreises. V. = 10 : 1.
Fig. 10b. Dasselbe wie in 10a: der Schnitt etwas tiefer geführt. V. = 10 : 1.
Fig. 11. Blatt des zweiten Kreises mit Veg.-Punkt am Grunde. V. = 1 : 1.
Fig. 12. Querschnitt durch den Griffel einer abnormen Blüte. V. = 10 : 1.
Fig. 13a u. 13b. Querschnitte durch den Griffel einer abnormen Blüte. V. = 10 : 1.

66. Walther Gleisberg: Auffallende Typenbildung bei Vaccinium oxycoccus L.

(Vorbericht.)

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 16. Dezember 1919.)

Unweit der Proskauer Lehranstalt für Obst- und Gartenbau beim Dorfe Neuhammer durchfließt das aus moorigem Kiefernwald stammende Proskauer Wasser den Neuhammer-Teich von Süden nach Norden und bildet im Süden eine sumpfige Verlandungszone, die sich am westlichen Ufer in einen anmoorigen Streifen fortsetzt: *Sphagnum*- und *Dicranum*-Moor mit verstreutem Bestand an Büschen von *Alnus incana* DC., *Salix Caprea* L., *Betula pubescens* Ehrhart, das bei allmählicher westlicher Erhöhung des Geländes über einen schmalen Wiesenstreifen direkt in Ackerland übergeht. Die moorige und sumpfige Zone des Westufers hat eine größte Breite von ca. 75—100 m. Ob durch Melioration die Wiese vorgedrückt worden ist, der moorige Streifen also früher breiter war, konnte noch nicht festgestellt werden.

Bis auf wenige Stellen ist dieser Moorstreifen übersponnen von den zierlichen Ranken von *Vaccinium oxycoccus* L., das in der ganzen Gegend allgemein verbreitet ist. Bei der systematischen Untersuchung dieses *Vaccinium*-Bestandes wurden nach dem Aussehen der Beeren und dem Gesamthabitus 6 Haupttypen festgestellt, die z. T. in engbegrenzten reinen Beständen, die sich nur an den Grenzzonen mischen, im übrigen aber in buntem Durcheinander stehen.

Im Habitus, besonders Form und Farbe der Beeren, sind diese Typen so auffallend verschieden, daß man versucht ist, darnach eine Spaltung der Spezies *Vaccinium oxycoccus* vorzunehmen.

Abb. 1. *Vaccinium oxycoccus* L.

I. myrtenblättrige — II. große gefleckte — III. kleine gefleckte — IV. kleine rote — V. große rote (Apfelfrucht) — VI. hagebuttenförmige

Abb. 1 zeigt die verschiedenen Typen. Fig. I ist als myrtenblättrig bezeichnet. Damit ist das auffallendste Merkmal dieses Typus genannt: ein aufrechter, sparrig verzweigter Stengel mit dunkelgrüner, reicher Belaubung. Die Beere ist nicht minder

auffallend: blau bis blauschwarz, matt, mit einem bläulichen Wachshauch macht sie fast den Eindruck einer Blaubeere. Typisch ist auch die Menge der Beeren, die in oft 5—6-beeriger Dolde aus dem Strauchscheitel senkrecht hervorwachsen. Dieser Typ kommt kleinbeerig — wie die Fig. zeigt — und in einem größeren reinen Bestande mit etwas größeren Beeren vor.

Fig. II und III stellen einen von dem vorhergehenden völlig abweichenden Typ dar. Die Pflanze rankt sich durch die Moosrasen und trägt je eine, selten mehr Beeren, die nicht steif nach oben ragen, sondern gewöhnlich zwischen dem Moos verborgen oder auf dem Moos wie Perlen aufliegen und bei ihrer kupferbraunen Farbe und dem Glanz ihrer Oberhaut zu dem hellgrünen *Sphagnum*-Moos in wundervollem Farbenkontrast stehen. Der Stielnabel ist bei beiden Formen tief eingesenkt. Die Beeren verdanken ihre Farbe einer dichten dunkelbraunroten Punktierung, die mit roten Punkten untermischt ist. Die Form der Fig. III erinnert lebhaft in ihrer Beblätterung an die var. *microcarpum*, die jedoch mit roten Beeren beschrieben ist[1]).

Auf den Typ der Fig. IV passen die üblichen Beschreibungen am besten: Beere z. T. völlig purpurrot, z. T. halb rot, halb weiß und an der Grenzzone rot gefleckt, z. T. mit breiten, roten, oft anastomisierenden Flecken. Die Blätter sind klein, breit-lanzettlich und entsprechen denen der Fig. 364z in C. K. SCHNEIDERs Illustriertem Handbuch der Laubholzkunde (1912), die dort für var. *microcarpum* angegeben werden.

Typ V stimmt in der Färbung mit IV überein, aber der Größenunterschied ist erheblich. Die Beere gleicht einem Miniaturapfel, wurde daher auch als „Apfelfrucht" bezeichnet. Bei diesem Beerentyp ist der Nabel flach eingesenkt.

Dagegen tritt er bei dem nächsten, besonders auffallenden, „hagebuttenförmig" benannten Typ VI stumpfkegelförmig hervor. Auch die andere Hälfte mit dem Kelchkrönchen ist zu einer langen Spitze ausgezogen. Auffallend ist an diesem Typ, daß die Beeren fast durchweg gleichmäßig dunkelrot sind und einen allgemein ausgereifteren Eindruck erwecken als die der anderen roten Typen IV und V.

Die letzten 3 Formen haben wie II und III rankenförmigen Habitus. Die Blätter von IV sind klein, die von V und VI ausnehmend groß und stehen in weiten Abständen am Stengel.

---

1) ASCHERSON et GRÄBNER in Flora des nordostdeutsch. Flachlandes, 1899.

Ein Querschnitt durch die Beeren, wie ihn Abb. 2 zeigt, führt die Unterscheidung der einzelnen Typen noch weiter. Die Ausbildung der Samenfächer ist ebenso verschieden wie Größe und Zahl der Samen in der Einzelfrucht. Die Samenfächer der „Myrtenblättrigen" (Fig. I) sind unregelmäßig zusammengedrückt, teils bis zu einem samenlosen Spalt. Schön kleeblattförmig sind die Fächer der „großen Gefleckten" (Fig. II), deren Besamung auch regelmäßig ist. Dagegen sind die Fächer der „kleinen Gefleckten" (Fig. III) mit einem weißen Gewebe angefüllt, in dem nur wenige entwickelte Samen liegen. Die ganze Frucht macht

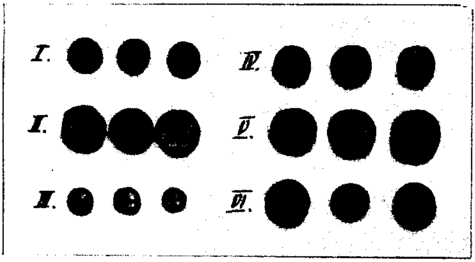


Abb. 2.

einen krankhaften Eindruck. Die „kleine Rote" und „Apfelfrucht" (Fig. IV und V) haben 4 regelmäßige Samenfächer, während die „Hagebuttenförmige" (Fig. VI) meist 5—6, selten 4 aufweist.

Als Kerngehalt ergab sich bei je 30 Früchten der verschiedenen Typen:

Myrtenblättrige (M.):	85,	also pro Frucht:	2,8,
(die großfrüchtige Myrtenblättrige:	285,	„ „ „	9,5),
große Gefleckte (G. G.):	243,	„ „ „	8,01,
kleine „ (Kl. G.):	15 (+24 „ verkümmerte),	„ „	0,5,
kleine Rote (Kl. R.):	157,	also „ „	5,23,
Apfelfrucht (A.):	325,	„ „ „	10,9,
Hagebuttenförmige (H.):	263,	„ „ „	8,8.

Das Gewicht des gesamten Sameninhalts der untersuchten Früchte war bei:

	M. = 0,0629,	also pro Same	= 0,00082 g,
(der großfrüchtigen	M. = 0,2657,	„ „ „	= 0,00093 „),
	G. G. = 0,0950,	„ „ „	= 0,00039 „ ,
	Kl. G. = 0,0072,	„ „ „	= 0,00048 „ ,
	Kl. R. = 0,0802,	„ „ „	= 0,00053 „ ,
	A. = 0,2765,	„ „ „	= 0,00085 „ ,
	H. = 0,2208,	„ „ „	= 0,00084 „ .

Hinsichtlich der Anzahl der Samen pro Frucht steht also Apfelfrucht an erster Stelle mit 325, die kleine Gefleckte mit 15 Stück an letzter, hinsichtlich des Gewichtes des Einzelsamens aber an erster Stelle die großfrüchtige Myrtenblättrige mit 0,00093 g und an letzter die große Gefleckte, die bei ziemlich hoher Samenzahl sehr kleine Kerne aufweist, mit 0,00039 g.

Die Gewichtsverhältnisse der untersuchten je 30 Beeren erweisen ebenfalls die außerordentliche Verschiedenheit der vorliegenden Typen:

M. = 7,773,	also pro Frucht	= 0,2591 g,
G. G. = 16,377,	„ „ „	= 0,5459 „ ,
Kl. G. = 7,302,	„ „ „	= 0,2434 „ ,
Kl. R. = 9,223,	„ „ „	= 0,3074 „ ,
A. = 23,555,	„ „ „	= 0,7852 „ ,
H. = 23,471,	„ „ „	= 0,7824 „ .

Es ist verfrüht, über die Entstehung der einzelnen Typen jetzt schon etwas Bestimmtes zu sagen. Der Gedanke drängt sich auf, daß es sich um Mutanten handelt. Da über die sonstige Verbreitung der Formen im deutschen Florengebiete nichts bekannt ist, wurden in mehreren weit verbreiteten gärtnerischen Fach- und populär-naturwissenschaftlichen Zeitschriften[1]) Umfragen veröffentlicht, die weite Kreise zur Mitarbeit anregen sollen. Aus einer mündlichen Mitteilung ist zu entnehmen, daß die große Gefleckte in den hannoverschen Mooren vertreten ist, während ich die kleine Rote allein im Düna-Sumpfgebiet vor Riga fand. Vielleicht gibt es eine westliche und eine östliche *oxycoccus*-Form, deren Zusammentreffen zur Bastardierung und weiteren Formenbildung führt.

Das scheint festzustehen, daß die einzelnen Formen nicht auf das Neuhammer-Teichgebiet lokal beschränkt sind. Ferner ist

1) Z. B. „Deutsche Obstbauztg.", „Kosmos"-Handweiser, „Pilz- und Kräuterfreund", „Aus der Heimat".

wohl anzunehmen, daß die Formen nicht Sonderanpassungen an die engere Umgebung des kleinen anmoorigen Gebiets am Teich darstellen, etwa mehr oder minder großem Wassergehalt des Untergrundmooses ihre Entstehung verdanken, da die Bedingungen in diesem kleinen Areal überall ungefähr die gleichen sind. In Kulturversuchen, die im Gange sind, soll eine Lösung dieser Frage herbeigeführt werden.

Um besonders die reinen Bestände der einzelnen Typen im nächsten Jahre beobachten zu können, wurde der Moorstreifen

Abb. 8.

nach Standortsverhältnissen kartographisch aufgenommen. Besonders werden blüten-biologische Untersuchungen vorgenommen werden, über deren Tragweite vorläufig nur Vermutungen vorliegen, die sich an den verschieden großen Kerngehalt der Früchte anschließen.

Auch eine Nachuntersuchung des TERNETZschen[1]) Befundes eines Stickstoff assimilierenden Pilzes aus den Wurzeln von *Vaccinium oxycoccus* ist zur Lösung der Frage, ob eine exotrophe Mykorrhiza vorliegt, im Gange. Für diese Untersuchung dient als Richtschnur die noch nicht einwandfrei erwiesene Wahr-

1) CHR. TERNETZ. Ber. Bot. Ges. Bd XXII. 1904.

nehmung, daß ein Typ, die kleine Gefleckte, an *Dicranum*-Polster gebunden ist, während die anderen *Sphagnum* vorzuziehen scheinen, daß also eine Ernährungsbeziehung zum pflanzlichen Untergrunde vorliegt.

Eingangs wurde die relative Nähe der Lehranstalt für Obst- und Gartenbau bei dem Fundort erwähnt. Dies legt nämlich die Vermutung nahe, daß die großfrüchtigen Formen des *Vaccinium oxycoccus,* die Apfelfrucht und die Hagebuttenförmige, in Beziehung zu der auf dem Lehranstaltsgelände kultivierten amerikanischen

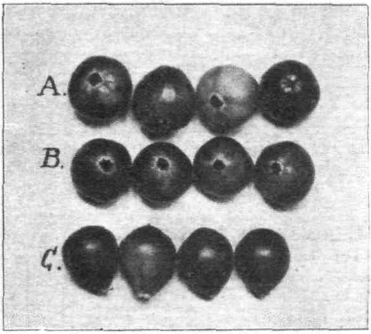


Abb. 4.

Moosbeere, *Vacc. macrocarpum* Ait., stehen. Obgleich menschliche Einwirkung, z. B. Verpflanzung von *macrocarpum* auf das anmoorige Westufer des Neuhammer-Teiches, als ziemlich ausgeschlossen gelten kann, sollen diesbezügliche Untersuchungen vorgenommen werden.

Abb. 3 zeigt die Apfelfrucht und *macrocarpum* nebeneinander, wobei die typische stumpfe Blattform der amerikanischen Moosbeere deutlich neben der spitzen *oxycoccus*-Form hervortritt.

Die amerikanische Moosbeere ist nicht nur fruchtbarer als die einheimische, die Früchte sind auch kernhaltiger. 30 untersuchte Früchte enthielten 582 Kerne, pro Frucht also 19,4, d. h. fast doppelt so viel wie Apfelfrucht. Das Gewicht pro Kern ist verhältnismäßig gering und beträgt 0,000614 g.

Je 4 ausgewählt große Früchte (Abb. 4) ergaben pro Frucht ein Gewicht von 0,950 g für *macrocarpum* (A), 0,924 g für Apfelfrucht (B) und 0,881 g für Hagebuttenförmige (C), so daß das optimale Gewicht für Apfelfrucht und Hagebuttenförmige etwas höher liegt, als für das Durchschnittsgewicht angegeben wurde. Erheblicher ist die Differenz von Durchschnitts- und optimalem Gewicht bei *Vacc. macrocarpum*, da 30 Beeren — und zwar auch schon ausgewählte — 21,893 g wogen, pro Beere also nur 0,7298 g, ein Befund, der für die großfrüchtigen Formen von *Vaccinium oxycoccus*, falls sie sich als kulturfähig erweisen, günstige praktische Aussichten eröffnet.

67. E. Tiegs: Beiträge zur Oekologie der Wasserpilze.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 22. Dezember 1919.)

Die vorliegende Arbeit ist ein Versuch, das Vorkommen einiger Wasserpilze aus dem Vorhandensein von Eiweiß- bzw. Kohlehydratverbindungen, der alkalischen bzw. sauren Eigenschaft der bezüglichen Vorflut zu erklären.

Es sollen *Leptomitus lacteus*, *Sphaerotilus natans* und das hier neu beschriebene *Penicillium fluitans* behandelt werden.

1. ***Leptomitus***. Die meisten *Saprolegniineen* besiedeln besonders gern tierische Substrate, z. B. tote Insekten, Muscheln, Würmer, tote und lebende Fische, Krebse, Fisch- und Froschlaich. Einige Formen trifft man auf krautigen Pflanzenresten und im Wasser schwimmenden Früchten an. (A. FISCHER, MAURIZIO, VON MINDEN.) Es handelt sich also bei den meisten Formen um Besiedlung von Substraten, die einen hohen Eiweißgehalt aufzuweisen haben. *Leptomitus* als Angehöriger der *Saprolegniineen* verhält sich ähnlich. Seine Standorte sind in der Regel kleinere Wasserläufe, wie Gräben, Bäche, die Stickstoffverbindungen vorwiegend als gekoppelte Aminosäuren enthalten. Größere Flußläufe, in denen die sofortige erhebliche Verdünnung der Nährstoffe ihre Wirksamkeit beträchtlich abschwächt, führen keine bedeutenden Mengen von *Leptomitus*. Einzelne *Leptomitus*-Pilzzotten, häufig aus kleineren Zuflüssen eingeschwemmt, sind auch hier beobachtet worden.

Forscht man nun nach, auf welche Art und Weise die erwähnten Verbindungen in den *Leptomitus* führenden Bach gelangt sind, so stellt man meist fest, daß sie ihren Ursprung vielfach den Schlachthäusern und Brauereien verdanken, deren Abflüsse als besonders eiweißhaltig bekannt sind (oft bis 200 mg org. N pro Liter). Ihre Bestandteile sind vorwiegend die eigentlichen Eiweißkörper und ihre ersten Abbauprodukte.

Besonders durch die Schlachthöfe gelangen die für das Wachstum von *Leptomitus* vorzüglichsten Nährstoffe in die Vorflut. Darmteile, Darminhalt, Reste von Blut und Fleisch zeichnen sich durch hohen Gehalt an gekoppelten Aminosäuren aus. In fließenden Bächen und Gräben, die derartige Nährstoffe aufnehmen, kann man massenhafte Entwicklung von *Leptomitus* antreffen, die doch lediglich auf die genannten Verbindungen zurückzuführen ist. Entsprechende Kulturversuche bestätigen das. Kohlehydrate sind, wenn überhaupt, in nennenswerter Menge in diesem Falle nicht vorhanden.

Reines Grundwasser in Sammelbehältern, mit Taubenmist schwach versetzt, kann gleichfalls ein günstiges Nährmedium für *Leptomitus* abgeben.

Die Abflüsse der Brauereien stehen an Gehalt an organischem Stickstoff dem der Schlachthöfe kaum nach. Die für den Gärprozeß unbrauchbaren, in den Wasch-, Einweich- und Quellwässern der Gerste, den Ablaufwässern der Treberrückstände vorhandenen Eiweißverbindungen veranlassen oft in fließenden kleineren Vorflutern ein üppiges Wuchern von *Leptomitus*.

In den bisher erwähnten Wässern hat *Leptomitus* unbedingt die Vorherrschaft, in den Schlachthofwässern mehr als in denen der Brauereien. Andere Wasserpilze werden meist unterdrückt oder kommen nur selten zu einer üppigen Entwicklung.

Leptomitus gilt auch als verbreiteter Pilz in Wasserläufen, die Abflüsse von Zuckerfabriken aufnehmen. Diese Auffassung trifft aber nur für einen Teil der Vorfluter zu, denn häufig werden alle Pilzzotten in derartigen Wässern, ohne sie näher zu untersuchen, als *Leptomitus* angesprochen, auch wenn es sich um solche von *Sphaerotilus*, *Mucor* u. a. handelt.

Gekoppelte Aminosäuren stehen auch hier dem Pilz als Nahrung zur Verfügung, soweit die Wässer nicht in Absitzteichen oder durch Rieselung zu weit vorbehandelt sind, oder beim Einleiten in den Vorfluter gleich eine zu hohe Verdünnung erfahren haben. Gelangen in eine größere Vorflut zu schon vorhandenen Nährstoffen, die für sich allein noch nicht das Wachstum von *Leptomitus* bedingen, noch die einer Zuckerfabrik hinzu, so kann eine Wucherung von *Leptomitus*

einsetzen. Das Wachstum geschieht in diesem Falle nicht nur auf Kosten der aus der Zuckerfabrik stammenden Nährstoffe, sondern auch auf Kosten der bereits vor der Einleitung vorhandenen.

In Gräben, die Drainwässer von städtischen Rieselfeldern aufnehmen, beobachtet man bisweilen ein sehr lebhaftes Wachstum von *Leptomitus*. Hier sind die Nährstoffe auch wieder vorwiegend organische Stickstoffverbindungen, da die Kohlehydrate durch die Bodenrieselung fast vollständig beseitigt sein dürften, also auf die Entwicklung keinen großen Einfluß haben können.

2. ***Sphaerotilus***. Ist *Leptomitus* vorwiegend mehr in kleineren fließenden Gewässern beobachtet worden, so ist *Sphaerotilus natans* in erster Linie der Pilz der großen Wasserläufe, wie Rhein, Elbe, Oder, die gleichfalls mit Nährstoffen aus Fabriken, besonders Zellstoffabriken, Städten usw. versorgt werden. Diese Abflüsse erleiden jedoch in den Flüssen meist gleich eine recht hohe Verdünnung. Der Gehalt an Gesamtstickstoff beträgt deshalb unterhalb der Einmündungsstellen nach Vermischen mit dem Vorflutwasser selten mehr als 4 mg pro Liter, davon etwa 1 mg org. N. In solchen Wässern wird meist *Sphaerotilus* in großen Beständen festgestellt. Diese Vorfluter enthalten sehr wenig organischen Stickstoff im Vergleich zu den früher erwähnten. Die Hauptmenge der Nährstoffe ist in den angeführten Fällen meist Stickstoff anorganischer Natur, zu denen noch, besonders bei Zellstoffabriken, Kohlehydrate hinzukommen. *Sphaerotilus* benutzt also zu seiner Ernährung vielfach neben den gekoppelten Aminosäuren deren letzte Abbauprodukte den Ammoniak- und Nitratstickstoff im Verein mit Kohlehydraten. Sein überaus häufiges Vorkommen und seine weite Verbreitung sprechen dafür. LINDEs Feststellungen im Laboratorium stimmen also mit den Verhältnissen in der freien Natur überein.

Sphaerotilus ist demnach weniger anspruchsvoll als *Leptomitus*, er besitzt ein größeres Anpassungsvermögen bezüglich seiner Nährstoffe als dieser.

Röhren aus frischem Holz, die von Zeit zu Zeit lediglich mit reinem strömenden Trinkwasser in Berührung kommen, können sich ziemlich reichlich mit *Sphaerotilus* besiedeln. Für seine Ernährung kommen in Frage die Stickstoffverbindungen aus den Markstrahlen und die Kohlehydrate, die aus dem Holze ausgelaugt werden. Die Entwicklung des Pilzes hört auf, sobald die im Holz befindlichen Nährstoffe erschöpft sind.

Die beiden bis jetzt erwähnten Pilze sind bisher, soweit mir bekannt, nur in Wässern gefunden worden, die alkalisch oder neutral gegen Lackmus reagieren.

3. ***Penicillium.*** Im Gegensatz zu den bisher erwähnten Pilzen steht *Penicillium fluitans.* Es ist aus einer Wasserprobe isoliert worden, die aus einem Flusse stammt, der die sauren Abflüsse einer Munitionsfabrik aufgenommen hatte. Die Reaktion des Wassers gegen Lackmus war deutlich sauer, wesentlich bedingt durch freie Salpetersäure. *Penicillium* trat dort während des Krieges in solchen Massen auf, wie es bisher nur für *Leptomitus* und *Sphaerotilus* bekannt war. Ob WUNDSCH bei seinen Untersuchungen derselbe Pilz vorgelegen hat, vermag ich nicht mit Sicherheit zu entscheiden, da mir Vergleichsmaterial nicht zur Verfügung gestanden hat, halte es aber für wahrscheinlich. Er hat den Pilz mit dem Namen *Leptothrix* bezeichnet. Es ist das ein Sammelbegriff, unter dem man verschiedene Gattungen vermuten kann.

Daß ein *Penicillium* rein vegetativ in Massen entwickelt submers lebt und in diesem Stadium mehrere Jahre hindurch beobachtet wird, ist äußerst selten. Durch die dauernde Bewegung des Wassers wird die Konidienbildung verhindert, denn diese findet nur am Luftmycel statt.

Das in den Fluß geleitete Wasser brachte sowohl wertvolle Nährstoffe in Form von Stickstoffverbindungen aller Art, als auch Kohlehydrate mit. Das oberhalb der Einleitungsstelle beobachtete Wachstum von *Sphaerotilus* hätte gewaltig zunehmen müssen. Das Gegenteil war aber der Fall. Sobald die sauren Nährstofflösungen in die Vorflut gelangten, diese also sauer wurde (Titer 14,0 ccm n/100 KOH pro Liter), verschwand *Sphaerotilus* bis auf eingeschwemmte Flocken. An seine Stelle trat *Penicillium fluitans.* Der saure Charakter des Wassers ging allmählich weiter unterhalb der Einmündungsstelle der Nährstoffe durch das Säurebindungsvermögen der Vorflut wieder verloren. Sobald es neutral wurde, stellte sich auch *Sphaerotilus* wieder ein, um das *Penicillium* schließlich ganz zu verdrängen. Auf die hohe Empfindlichkeit von *Sphaerotilus* gegen freie H-Ionen hat schon LINDE hingewiesen.

Penicillium fluitans verdankt also sein massenhaftes Vorkommen seiner Säurefestigkeit. Nach den bisherigen Versuchen vermag es die Säure nicht oder nicht nennenswert aufzunehmen, aber sie zu ertragen, worin er den vorher genannten Wasserpilzen ohne Zweifel überlegen ist.

Penicillium fluitans wächst willig in Bierwürze, Pflaumendekokt und Nährlösungen, die als Stickstoffquelle Aminosäuren oder Nitrate mit Traubenzuckerzusatz enthalten. Der Pilz erträgt ohne ersichtliche Schädigung in den Nährlösungen bis zu 1,5% (d. h. ca. $\frac{1}{4}$ Normal) HNO_3. Die Konidienbildung tritt in den sauren Lösungen nur

langsam auf und ist geringer als in Lösungen ohne Säurezusatz. Je höher der Säuregehalt, desto langsamer die Konidienbildung. In der Stärke der Myceldecke waren erhebliche Unterschiede nicht festzustellen.

Einzelheiten über die Untersuchungen werden in den „Mitteilungen aus der Landesanstalt für Wasserhygiene" veröffentlicht werden.

Penicillium fluitans n. spec.

Die Bezeichnung *fluitans* bezieht sich auf das submerse Auftreten seiner Bestände in der freien Natur.

Das vegetative Bild gleicht dem anderer *Penicillien*. Die verzweigten Fäden haben in den beobachteten Fällen meist reichlich Fett gespeichert. Der Durchmesser der Fäden beträgt in der Regel 2—5 μ.

Die unverzweigten Konidienträger sind etwa 3 μ dick, mit Scheidewänden versehen, an der Spitze nicht wesentlich verdickt.

Die etwas einwärts gebogenen flaschenförmigen Sterigmen[1]) sind 7,5—10,2 × 2,7 — 3,4 μ groß, der Sterigmenstand ähnelt einer Quaste.

Die runden Konidien haben einen Durchmesser von 2,6—3,5 μ, die Oberfläche ist mit schwachen Wülsten und anderen ähnlich geformten Verdickungen versehen. Diese Struktur wird deutlich, wenn man die mit einer sehr verdünnten Methylenblaulösung gefärbten Konidien mit Oelimmersion betrachtet.

Die Konidiendecke auf Würzeagar hat zuerst eine bläuliche, dann eine blaugrüne, zuletzt eine schokoladenbraune Farbe. Ein weißer, 5 mm breiter Mycelrand umsäumt die Decke. Sie ist samtartig, nicht struppig-bröckelig oder grobkörnig. Die Myceldecke der Reinkultur, von der Unterseite betrachtet, ist weißlich. Perithecienbildung habe ich weder nach BREFELD noch nach BEZSSONOFF bisher erreichen können.

Penicillum fluitans bildet im Wasser flutende, mehr oder weniger schleimige Zotten, Strähnen, schaffellartige, einige cm lange Besätze an Zweigen, Bohlen usw. Die schmutzig-weiße Farbe der Besätze kann auch zuweilen lachs- bis erdbeerfarben sein.

Beobachtet in verunreinigtem, säurehaltigem fließenden Wasser.

Biologische Abteilung der Landesanstalt
für Wasserhygiene.

---

1) Sterigmen im Sinne von LINDAU, ENGLER-PRANTL I. Teil, Abt. 1**, S. 848.

Literaturnachweis.

1918. BEZSSONOFF, N., Über die Bildung der Fruchtkörper des *Penicillium glaucum* in konzentrierten Zuckerlösungen. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Band 36, 225—227.

1892. FISCHER, A., Die Pilze in RABENHORST *Kryptogamen*-Flora. 324.

1903. KOLKWITZ, R., Über Bau und Leben des Abwasserpilzes *Leptomitus lacteus*. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Band 21, 147—150.

1908. — —, Über Bau und Leben des Abwasserpilzes *Leptomitus lacteus*. Mitteilungen d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung. Heft 2, 34—98.

1913. LINDE, P., Zur Kenntnis von *Cladothrix dichotoma* Cohn. Centralblatt f. Bakt. etc. II. Abt. Band 39, 869—894.

1899. MAURIZIO, A., Beiträge zur Biologie der *Saprolegnieen*. Mitteil. des Deutsch. Fischerei-Vereins. Band 7, 1—66.

1898. MEZ, C., Mikroskopische Wasseranalyse.

1915. MINDEN, M. VON, *Kryptogamen*flora der Mark Brandenburg. Pilze I. 497 ff.

1916. MINDEN, M. VON, FALCK, Mykologische Untersuchungen und Berichte II. 146—254.

1912. OLAV JOHAN-OLSEN SOPP, Monographie der Pilzgattung *Penicillium*. Skrifter utgit av Videnskapssels kapet. I. Math. Naturw. Kl. 1. Biod.

1917. TROMMSDORF, R., Über die Wachstumsbedingungen der Abwasserpilze *Leptomitus* und *Sphaerotilus*. Centralbl. f. Bakt. etc. II. Abt. Band 48, 62—76.

1907. WEHMER, C., LAFARS Handbuch der technischen Mykologie. Band 4. 192—236.

1911. WESTLING, R., Über die grünen Species der Gattung *Penicillium*. Arkiv för Botanik. Band 11, 1—156.

1916. WUNDSCH, H., Gutachten betreffend die Zusammensetzung des Abwassers der Rhein. Westf. Sprengstoff A.-G. in Troisdorf. Einwirkung dieses Abwassers auf das Wasser der Sieg und auf die fischereilichen Verhältnisse dieses Flusses. Deutsche Fischerei-Korrespondenz, Maiheft, 69—70.

1915. ZETTNOW, E., Ein in Normal-Schwefelsäure wachsender Pilz. Centralblatt f. Bakt. etc. I. Abt. Band 75, 369—374.

1915. ZIKES, H., Vergleichende Untersuchungen über *Sphaerotilus natans* (Kützing) und *Cladothrix dichotoma* (Cohn) auf Grund von Reinkulturen. Centralbl. f. Bakt. II. Abt. 529—552.

68. Hermann Sierp: Über den Thermotropismus der Keimwurzeln von Pisum sativum.

(Eingegangen am 22. Dezember 1919.)

In einer jüngst erschienenen Abhandlung von COLLANDER[1]) über den Thermotropismus der Pflanzen wird auch der bis jetzt von allen Organen am besten untersuchte, der der Wurzeln erneut behandelt, wobei die bis jetzt zumeist verwandte Keimwurzel von *Pisum sativum* das Hauptversuchsobjekt war. Ich selbst hatte besonders im vorigen Winter mit derselben Wurzel Untersuchungen gemacht, die sich in der gleichen Richtung bewegten, die ich aber trotzdem veröffentliche, weil sie mich zu einer anderen Deutung und Bewertung der Versuche kommen ließen, wie COLLANDER ihnen zulegt.

Ich benutzte einen von AF KLERCKER[2]) im hiesigen Institut gebrauchten modifizierten WORTMANNschen Apparat, wählte also die gleiche Versuchsanordnung, wie sie auch COLLANDER bei seinen Versuchen verwendete. Der Temperaturabfall betrug in allen hier mitgeteilten Versuchen ca. 6° pro Zentimeter. Wenn die vorher bei Zimmertemperatur in einem anderen Kasten gezogenen Wurzeln eine Länge von 15—20 mm erlangt hatten, wurden sie benutzt. Ich wählte mit Absicht eine ganz bestimmte Länge, weil, wie ich noch zeigen werde, Versuche mir ergeben hatten, daß die Länge der Wurzeln auf das Ergebnis einen bestimmten Einfluß hat. Die Größe der entstandenen Krümmung wurde durch Anlegen an einen Halbkreis abgelesen. Auch ich beobachtete wie alle vor mir die großen individuellen Schwankungen. Es traten

1) COLLANDER, R., Untersuchungen über den Thermotropismus der Pflanzen. Öfversigt af Finska Vetensk.-Soc. Förh, LXI Afd. B. 11, 1919. Helsingfors

2) KLERCKER, J. AF, Über caloritropische Erscheinungen bei einigen Keimwurzeln. Ofversigt. Kgl. Vetensk.-Ak. Förhandlinger 1891, Stockholm.

auch Krümmungen auf, die nicht in der Reizrichtung erfolgten. Solche werden in den nächsten Tabellen zu den nicht gekrümmten gerechnet, aber durch die hinter der ersten Zahl eingeklammerte ihrer Anzahl nach kenntlich gemacht. Im Gesamtdurchschnittswert blieben diese Krümmungen unbeachtet.

Ich gebe in den nächsten Versuchen zunächst die gleichen wieder, die auch COLLANDER gemacht, in denen Wurzeln verschieden lange Zeit in dem Temperaturgefälle gelassen wurden.

Tabelle 1. Reizdauer ½ Stunde.

Temperatur	10—15	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40
Ungekrümmte Wurzeln	22 (3)	18 (4)	15 (6)	26 (8)	9 (2)	1
Positiv gekrümmte Wurzeln	4	4	2	5	0	2
Negativ gekrümmte Wurzeln	4	6	6	12	13	18
Gesamtzahl aller Wurzeln	30	28	23	43	22	21
Durchschn. Größe d. pos. Winkels	5 °	5 °	10 °	5 °	—	10 °
Durchschn. Größe d. neg. Winkels	7,5 °	7 °	11,7 °	5 °	14,2 °	28,3 °
Gesamtdurchschnittswinkel	— 0,3 °	— 0,8 °	— 2,8 °	— 1,6 °	— 8,1 °	— 19,8 °

Ohne die Prozentzahlen anzugeben, lassen diese Zahlen deutlich erkennen, daß die Zahl der ungekrümmt bleibenden Wurzeln bei den Temperaturen über 25 ° abnimmt. Mit ihr geht eine Zunahme der negativ gekrümmten Wurzeln parallel. Der Gesamtwinkel ist in allen Intervallen negativ und nimmt abgesehen von der Unregelmäßigkeit in dem Temperaturintervall 25—30 ° von links nach rechts zu. Es tritt also in der Tat, wie dies COLLANDER auch gefunden, was den früheren Autoren entgangen, bei der gewählten Versuchsanstellung eine negative Krümmung ein. Das gleiche lehrt uns die nächste Tabelle, in der die Reizdauer eine Stunde betrug.

Tabelle 2. Reizdauer 1 Stunde.

Temperatur	10—15	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40
Ungekrümmte Wurzeln	18 (6)	12 (4)	26 (8)	22 (5)	9 (3)	6 (3)
Positiv gekrümmte Wurzeln	8	4	4	6	5	—
Negativ gekrümmte Wurzeln	16	28	22	16	15	30
Gesamtzahl aller Wurzeln	42	44	42	44	29	36
Durchschn. Größe d. pos. Winkels	10°	5°	5°	6,3°	10°	—
Durchschn. Größe d. neg. Winkels	11°	9,2°	7,3°	9,1°	12,1°	22,5°
Gesamtdurchschnittswinkel	— 2,8°	— 5,4°	— 2,7°	— 2,4°	— 4,5°	— 18,8°

Der hier durchwegs negative Gesamtwinkel ist in den vier ersten Temperaturintervallen größer als in dem vorigen Versuch. Das Kleinerwerden in den beiden letzten ist nicht etwa zufällig. Dies zeigt der nächste Versuch, wo 2 Stunden gereizt wurde.

Tabelle 3. Reizdauer 2 Stunden.

Temperatur	10—15	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40
Ungekrümmte Wurzeln	22 (7)	20 (5)	18 (2)	4	3	4 (1)
Positiv gekrümmte Wurzeln	4	12	20	28	30	18
Negativ gekrümmte Wurzeln	12	12	6	12	6	18 (2 geschl.)
Gesamtzahl aller Wurzeln	38	44	44	44	39	37
Durchschn. Größe d. pos. Winkels	5°	18°	16°	21,6°	20,9°	17,0°
Durchschn. Größe d. neg. Winkels	9,7°	7,5°	18,2°	11,5°	10,0°	26,8°
Gesamtdurchschnittswinkel	— 2,6°	+ 1,4°	+ 5,7°	+ 10,5°	+ 14,9°	— 7,1°

In diesem Versuch ist in allen Intervallen mit Ausnahme des ersten die bereits im vorigen Versuch in den beiden letzten Intervallen festgestellte Gegenreaktion wahrzunehmen, und zwar von solcher Stärke, daß in den meisten Intervallen der vorher negative Wert nunmehr positiv geworden ist. Nur im letzten ist er noch negativ, aber auch hier ist die entgegengesetzte Wirkung an dem bedeutend geringeren Wert zu erkennen.

Tabelle 4. Reizdauer 3 Stunden.

Temperatur	10—15	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40
Ungekrümmte Wurzeln	20 (2)	18 (4)	4 (1)	9 (1)	4	—
Positiv gekrümmte Wurzeln	16	16	28	28	—	—
Negativ gekrümmte Wurzeln	12	8	3	—	31 (16 geschl.)	32 (2 geschl.)
Gesamtzahl aller Wurzeln	48	32	35	37	35	32
Durchschn. Größe d. pos. Winkels	12,0 °	11,2 °	14,0 °	15,0 °	—	—
Durchschn. Größe d. neg. Winkels	7,0 °	11,5 °	10,0 °	—	43,7 °	48,8 °
Gesamtdurchschnittswinkel	+ 2,3 °	+ 2,0 °	+ 9,5 °	+ 11,7 °	— 40,8 °	— 48,8 °

Nunmehr ist der Wert des Intervalls 10—15 ° auch positiv geworden. Die Werte der drei folgenden Intervalle haben an Größe weiter zugenommen. Ganz anders liegen nun die Dinge bei den Temperaturen über 30 °. Hier ist statt des vorherigen positiven Wertes ein starker negativer Ausschlag festzustellen. Aber auch hier macht sich in dem Intervall 30—35 ° der Einfluß der vorhergehenden positiven Krümmung noch an dem Auftreten S-förmig gebogener (geschlängelter) Wurzeln bemerkbar, und zwar war bei allen der obere, basale Teil negativ und der untere noch positiv gekrümmt. Zwei solcher Wurzeln treten schon in der vorigen Tabelle auf und sind jedenfalls gleich zu bewerten. Wir dürfen aus dem Auftreten solcher in ganz bestimmter Weise geschlängelter Wurzeln folgern, daß die zweite negative Reaktion unabhängig von der positiven perzipiert wird. Nur so ist es zu

verstehen, daß die in dem vorigen Intervall noch in so großer Zahl vorhandenen positiven Krümmungen so plötzlich verschwinden. Daß es sich hier nicht um positive geotropische Krümmungen handelt, darf aus dem Umstand gefolgert werden, daß in dem letzten Intervall, wo die negative Krümmung doch am frühesten und stärksten einsetzte, so wenig derartig S-förmig gebogener Wurzeln sich zeigen.

Statt weiter Versuche anzugeben, in denen die Reizung länger als drei Stunden dauerte, sie sagen im Prinzip nichts Neues, will ich lieber die erhaltenen Werte der vorhergehenden Tabellen in der Form zusammenstellen, wie COLLANDER die seinigen auch zusammengefaßt hat.

Tabelle 5.

Temperatur	10—15	15—20	2 —25	25—30	30—35	35—40
½ Stunde	— 0,8 °	— 0,8 °	— 2,8 °	— 1,6 °	— 8,4 °	— 19,8 °
1 Stunde	— 2,8 °	— 5,4 °	— 2,7 °	— 2,4 °	— 4,5 °	— 18,8 °
2 Stunden	— 2,6 °	+ 1,4 °	+ 5,7 °	+ 10,5 °	+ 14,9 °	— 7,1 °
8 Stunden	+ 2,8 °	+ 2 0 °	+ 9,5 °	+ 11,7 °	— 40,8 °	— 48,8 °

Diese Tabelle bestätigt das, was auch COLLANDER gefunden, daß bei dieser Versuchsanordnung immer zunächst eine negative Reaktion eintritt, daß diese aber von einer entgegengesetzten Reaktion sehr bald bekämpft wird. Besonders in den mittleren Intervallen ist diese Gegenreaktion stark ausgeprägt, hier wird die Krümmung stark positiv. Nach der positiven Reaktion setzt dann wieder eine negative ein, die am stärksten bei den Temperaturen über 30 ° zum Vorschein kommt.

Bevor ich weiter auf die Deutung dieser Ergebnisse eingehe, will ich zunächst noch hinweisen auf den Unterschied, den die obigen Werte erkennen lassen, wenn wir sie mit denen vergleichen, welche COLLANDER angibt. Es fällt dann gleich auf, daß die von mir ermittelten Werte durchwegs kleiner sind, und daß die positive Gegenreaktion früher als dort einsetzt. Dieser auffallende Unterschied liegt nun weniger, wie man etwa zunächst glauben könnte, in der Verschiedenheit der von COLLANDER und mir benutzten Erbsensorte (COLLANDER: *Concordia*, reine Linie; ich: SCHNABEL, verbesserte krummschotige, bez. von PFITZER, Stuttgart), sondern wie ich durch Versuche zeigen konnte, in der geringeren von mir

benutzten Länge der Keimwurzeln. In der nächsten Tabelle 6 habe ich eine Anzahl Versuche zusammengestellt, in denen Keimwurzeln zur Verwendung kamen, die die gleiche Länge hatten, wie sie COLLANDER benutzte. Man findet in dieser Tabelle auch die Werte der Krümmungen, wo die Reizung ¼ und ¾ Stunde lang dauerte. Die Zahl der zum Versuch verwendeten Wurzeln ist in Klammern immer dem Ergebnis beigefügt. Sie zeigt, daß die von mir benutzte eine bedeutend größere ist, als COLLANDER sie verwendete.

Tabelle 6.

Temperatur	10—15	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40
¼ Stunde	— 3,0 (32)	— 6,7 (33)	— 11,4 (38)	— 13,8 (24)	— 14,6 (48)	— 20,4 (30)
½ Stunde	— 5,1 (48)	— 9,0 (58)	— 12,0 (39)	— 13,2 (48)	— 15,8 (48)	— 20,0 (33)
¾ Stunde	— 8,1 (52)	— 7,4 (52)	— 9,2 (56)	— 14,5 (52)	— 14,3 (42)	— 21,0 (58)
1 Stunde	— 4,6 (48)	— 7,6 (48)	— 6,6 (46)	— 11,4 (42)	— 15,5 (42)	— 22,2 (32)
2 Stunden	— 5,6 (49)	— 3,5 (42)	0 (39)	— 9,5 (44)	— 10,2 (30)	— 18,5 (33)

Diese Zahlen stimmen mit denen COLLANDERs nicht schlecht überein. Ein positiver Wert tritt noch nicht auf, wohl ist überall wieder die Abnahme des negativen Wertes festzustellen. Der Wert der ersten ¼ Stunde läßt erkennen, daß die Reaktion gleich, und zwar bei den höheren Temperaturen mit beträchtiger Stärke einsetzt.

COLLANDER sieht in allen hier auftretenden Krümmungen thermotropische. Fragen wir uns nun, ob dieser Schluß wirklich aus den gewonnenen Zahlen gezogen werden kann. Außer an eine thermotropische Krümmung kann hier noch an eine andere tropistische Reizung, an eine hydrotropische, gedacht werden. In einer Arbeit von HOOKER[1]), die mir der Zeitverhältnisse halber nicht zu Gesicht gekommen ist, dessen Inhalt ich durch die Arbeit COLLANDERs kennen lernte, tritt dieser für die Auffassung ein, daß es sich in den bisher als thermotropisch ausgegebenen Fällen gar nicht um Thermotropismus, sondern um Hydrotropismus oder auch Traumatropismus (bei höheren Temperaturen) handele.

1) HOOKER, H. D. JR., Thermatropism in Roots. Plant World. Vol. 17, 1914 und Hydrotropism in Roots of *Lupinus albus*. Ann. of Bot. Vol. 29, 1915.

Für HOOKER ist maßgebend, daß eine wärmere Luft mehr Wasser enthält, als eine kältere. COLLANDER hat versucht, auf Grund seiner Ergebnisse diese Auffassung zu widerlegen.

Er macht zunächst den folgenden Versuch. In dem mittleren Teil des Zinkkastens wurden zwei Schichten von verschieden feuchtem Sägemehl gebracht und auf der Grenze zwischen den feuchteren und trockeneren Sägespänen die Wurzel eingesteckt. Das feuchtere Sägemehl war im wärmeren und das trockenere im kälteren Teil des Kastens. In diesem Falle krümmten sich bei einer Temperatur von 33—44° die Wurzeln nicht zu dem feuchteren Sägemehl hin, sondern wie gewöhnlich bei dieser Temperatur zu dem trockeneren Teil. Gegen diesen Versuch läßt sich nun doch ein Bedenken erheben, es frägt sich sehr, ob durch die Versuchsanordnung das erreicht ist, was erreicht werden sollte, ob wirklich hier ein Feuchtigkeitsgefälle vorlag. Es kommt doch bei allen diesen Versuchen auf den Feuchtigkeitsgehalt der um die Wurzeln zwischen den Sägemehlteilchen sich befindenen Luft an. Dieser dürfte aber weniger von dem mehr oder weniger großen Wassergehalt des von den einzelnen Partikelchen aufgenommenen Wassers abhängen. Die Luft wird sich bis zu einem bestimmten Grade mit Wasserdampf füllen, und zwar wird der Grad dieser Füllung doch immer wieder von der Temperatur abhängen. Es ist mir also sehr zweifelhaft, ob in dem obigen Versuch wirklich eine Feuchtigkeitsdifferenz der Luftteilchen vorhanden war, so daß ich einen wesentlichen Einwand gegen die Auffassung von HOOKER in ihm nicht erblicken kann.

Weiter sagt COLLANDER (S. 49), „daß ja nicht die absolute, sondern die relative Luftfeuchtigkeit in erster Linie physiologisch von Bedeutung sei". Es frägt sich nun aber doch, ob wirklich allgemein gesagt werden kann, daß bei den physiologischen Vorgängen nur die relative Feuchtigkeit eine Rolle spielt. Dies wird des öfteren behauptet, aber es ist ihm auch schon vielleicht ebenso oft widersprochen worden. So konnte beispielsweise GILTAY[1]) zeigen, daß die Transpiration der Pflanzen nicht mit der relativen Feuchtigkeit der Luft direkt proportional geht, sondern mit dem Sättigungsdefizit. Wenn man die hier in Betracht kommende Literatur genauer durchsieht, so findet man auf Schritt und Tritt, was hier nicht weiter erläutert werden kann, daß hier alles noch der experimentellen Klärung wartet. So wie die Dinge heute

1) Vgl. z. B. die Angaben bei GILTAY: Die Transpiration in den Tropen und in Mittel-Europa. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 32, 1898, S. 482.

liegen, können wir weder nach der einen noch nach der anderen Seite irgend ein Urteil fällen.

Ferner führt COLLANDER als Beweis gegen die Auffassung HOOKERs an, daß bei den von ihm verwandten *Lupinus*wurzeln erst nach 6 Stunden eine hydrotropische Reaktion eintrete, während in den obigen Versuchen bereits nach einer $^{1}/_{4}$ Stunde ein deutlich wahrnehmbarer Erfolg festzustellen war. Dies will nun aber deshalb nicht viel sagen, weil die Möglichkeit besteht, daß nur die oben als Gegenkrümmung gezeichnete positive Reaktion auf einen hydrotropischen Reiz zurückzuführen ist. Diese beginnt nicht erst nach 6 Stunden, aber doch auch verhältnismäßig so spät, daß der Unterschied, zumal es sich doch um verschiedene Wurzeln handelt, nicht ins Gewicht fallen kann. Daß die positive Krümmung etwas anders ist als die negative, dafür geben die Untersuchungen COLLANDERs schon einen Anhaltspunkt. Er konnte nämlich zeigen, daß bei jenen eine Nachwirkung festzustellen sei, während die negative niemals eine solche erkennen ließ. Die von mir oben festgestellten S-förmigen Krümmungen (Tabelle 4) können diese Vermutung weiterhin bestätigen.

Nach alledem glaube ich doch sagen zu können, daß durch die Untersuchungen COLLANDERs und die oben von mir angeführten nicht der Beweis erbracht worden ist, daß es sich bei den be-

Tabelle 7. Wurzeln in Sägemehlbrei. Reizdauer $^{1}/_{2}$ Stunde.

Temperatur	10—15	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40
Ungekrümmte Wurzeln	10 (2)	19 (4)	18 (4)	27 (7)	25 (6)	13 (2)
Positiv gekrümmte Wurzeln	1	5	9	11	6	1
Negativ gekrümmte Wurzeln	0	1	4	9	13	6
Gesamtzahl aller Wurzeln	11	25	31	47	44	20
Durchschn. Größe d. pos. Winkels	20°	7°	12,2°	11,4°	16,3°	5°
Durchschn. Größe d. neg. Winkels	—	10°	11°	8,3°	12,8°	12,6°
Gesamtdurchschnittswinkel	+1,8°	+1°	+2,1°	+1°	—0,8°	—3,5°

obachteten Krümmungen um thermotropische handelt. Damit will ich nun keineswegs sagen, daß nun ohne weiteres die Auffassung HOOKERs zu Recht bestehen muß. COLLANDER sagt, daß HOOKER keinerlei Versuche gemacht habe, die das Ausbleiben der Krümmungen beim Vermeiden von Feuchtigkeitsdifferenzen zeigen. Solche Versuche sind natürlich hier die gegebenen. COLLANDER hat solche ebenfalls nicht gemacht, trotzdem es im Anschluß an die Angaben, die er auf S. 6 von den Untersuchungen HOOKERs macht, auf der Hand lag, einmal die Wurzeln in einem Sägemehlbrei, wo jede Feuchtigkeitdifferenz ausgeschlossen war, einem Temperaturgefälle auszusetzen. Ich habe eine Anzahl solcher Versuche gemacht, von denen ich in den Tabellen 7 und 8 nur zwei Reihen, die aber bereits über das Notwendigste unterrichten können, hier anführe.

Diese und die nächste Tabelle 8 zeigen, daß bei dieser Versuchsanordnung bis zu der Temperatur von 35 ° eine ausgesprochene Reaktion nicht eintritt. Abgesehen von einigen nach verschiedenen Richtungen des Raumes eintretenden Krümmungen sind die Wurzeln gerade geblieben. Einen anderen Schluß lassen die Zahl des Gesamtdurchschnittswinkels nicht zu. Bei der Temperatur über 35 ° nimmt in beiden Tabellen der negative Wert einen etwas größeren Wert an. Bei beiden ist aber immerhin die Zahl der ungekrümmten

Tabelle 8. Wurzeln in Sägemehlbrei. Reizdauer 2 Stunden.

Temperatur	10—15	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40
Ungekrümmte Wurzeln	10 (2)	13 (3)	22 (2)	18 (1)	19 (2)	11 (1)
Positiv gekrümmte Wurzeln	8	2	3	4	4	2
Negativ gekrümmte Wurzeln	3	6	4	2	4	16
Gesamtzahl aller Wurzeln	21	21	29	24	27	29
Durchschn. Größe d. pos. Winkels	5 °	15 °	5 °	7,5 °	10 °	5 °
Durchschn. Größe d. neg. Winkels	5 °	7,5 °	15 °	5 °	12,5 °	8,5 °
Gesamtdurchschnittswinkel	+ 1,1 °	— 1 °	— 1,5 °	+ 0,8 °	— 0,7 °	— 4,1 °

Wurzeln noch immer recht beträchtlich. Immerhin kann man hier das Eintreten einer negativen Krümmung verteidigen. In diesem Falle könnte aber sehr wohl eine traumatropische Reizung vorgelegen haben. Vielleicht ist diese Krümmung die gleiche, welche auch PORODKO[1]) bei seinen thermotropischen Untersuchungen bei Temperaturen über 40° studierte. Dieser beobachtete bei solch hohen Temperaturen auch stets eine negative Krümmung und stellt für solche sogar das Reizmengengesetz fest. Daß es aber auch in diesem Falle sich nicht um thermotropische, wie PORODKO annimmt, sondern um traumatropische handelt, liegt auf der Hand. (Vergl. auch die Ansicht JOSTs: Pflanzenphysiologie S. 637 und 641 Anm.)

Dieses eben festgestellte Ergebnis braucht immerhin noch nicht für die Auffassung HOOKERs zu sprechen, denn es läßt sich noch, wie dies COLLANDER auch tut, der Einwand machen, daß das Einstecken der Wurzeln in Wasser den Wurzeln nicht zusagt, wenngleich es hier als sehr merkwürdig angegeben werden muß, daß die Wurzeln, die doch sicherlich an ein viel feuchteres Medium gewöhnt sind wie die Sprosse, dieses viel schlechter vertragen sollen, wie jene, bei denen COLLANDER beim Einschluß in Agar-Agar die thermotropische Krümmung noch deutlich wahrnehmen konnte.

Nach alledem dürfen wir sagen, daß über diese eigenen Krümmungen noch nicht das letzte Wort gesprochen ist. Mir kam es hier darauf an, auf die großen Schwierigkeiten hinzuweisen, welche heute allen Untersuchungen über den Thermotropismus anhaften. Mit den bis heute benutzten Methoden kommen wir nicht weiter. Wir müssen, wenn wir das Problem klären wollen, es auf ganz anderer Basis aufbauen. Vor allem wird es zunächst nötig sein, besser als bisher den Einfluß der absoluten und relativen Feuchtigkeit auf die Pflanzen zu studieren.

---

1) PORODKO, TH., Vergl. Untersuchungen über Tropismen II: Thermotropismus der Pflanzenwurzeln. Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. 30, 1912.

69. J. Weese: Beitrag zur Morphologie und Systematik einiger Auriculariineengattungen.

(Eingegangen am 28. Dezember 1919.)

Hofrat Prof. v. HÖHNEL hat bei seiner Forschungsreise nach Java im März des Jahres 1908 im Urwald von Tjibodas auf einer dicken Baumrinde eine interessante Auriculariinee gesammelt, die er mir vor einiger Zeit zur Untersuchung übergab.

Dieser Pilz besteht aus einem zirka $1^1/_2$ bis 2 mm hohen, zylindrischen oder schwach nach oben sich verjüngenden, unten bis ungefähr 250 μ, oben bis zirka 120 μ breiten, häufig etwas gebogenen, wachs- oder honiggelben, durchscheinenden, knorpelig-wachsartigen Stielchen, das oben in ein eiförmiges, abgerundet laternenförmiges oder fast kugeliges, häufig einen Stich ins Orangegelbe aufweisendes, 250—400 μ breites, zierliches Schleimköpfchen übergeht. Der Stiel wird aus parallel und dicht miteinander verklebten, ziemlich derbwandigen, $2^1/_2$—$3^1/_2$ μ breiten, häufig einen ganz schwach gewundenen Verlauf aufweisenden Hyphen gebildet, die oben am Grunde des Köpfchens zuerst ein ganz undeutliches, kleinzelliges Parenchym und dann eine mehr oder weniger halbkugelförmig gewölbte Fruchtscheibe bilden, die aus dicht nebeneinander stehenden, schwach keulenförmigen, oben abgerundeten, durch Horizontalwände in vier Zellen geteilten, zirka 45—65 μ langen, $5^1/_2$—7 μ breiten, hyalinen, nicht leicht und sehr deutlich zu beobachtenden Basidien besteht. Diese Fruchtscheibe wird von einer dichten, schleimigen, meist etwas lichter gefärbten Hülle vollständig eingeschlossen, die seitlich nur ungefähr 50—80 μ breit, aber oben entsprechend der Eiform des Köpfchens ziemlich dick ist. Diese Hülle besteht aus dichtstehenden, miteinander verklebten, ziemlich regelmäßig miteinander meist mehr oder weniger gewunden verlaufenden, hyalinen, mehr zartwandigen, $2^1/_2$—4 μ breiten, deutlich septierten Hyphen, die hauptsächlich vom Stiel am Köpfchengrunde weggehen und für die Fruchtscheibe durch das Verschleimen des ganzen Köpfchens eine vollständig geschlossene, außen wie mit einer zarten Haut umgeben erscheinende Art Peridie bilden. Die Sporen, die ohne Sterigmen von den einzelnen Zellen der Basidien abgeschnürt werden, sind länglich eiförmig

bis keulenförmig, an dem einen Ende stark verschmälert, zuweilen aber auch fast ellipsoidisch, zartwandig, hyalin, glatt, mit körnigem Inhalt versehen, 14—20 μ lang, 5—8 μ breit und liegen in langen, aus bis 20 Stück hintereinander gelagerten Sporen bestehenden Ketten dicht verklebt zwischen den Hyphen der Peridie, so daß die Hauptmasse der Sporen sich zwischen den Fäden der Köpfchenhülle befindet. An einzelnen Fruchtkörperstielen konnte ich bemerken, daß einzelne Hyphenenden in Form von bis zirka 40 μ hohen, ein- oder mehrzelligen Haaren etwas vorstehen, die am Ende ein zirka 10 μ breites, aus einem Sekret bestehendes, beiläufig kugeliges Köpfchen tragen.

Wie nun aus der vorangehenden Beschreibung hervorgeht, gehört der vorliegende javanische Pilz in die Familie der Pilacraceen. Und hier würde er beiläufig in die Gattung *Pilacrella* Schroeter (Kryptog.-Flora von Schlesien, III./1., 1889, p. 384) passen, aus welcher Gattung uns ALFRED MÖLLER (Protobasidiomyceten, Jena, 1895, p. 48—61) eine Art, die er in den Urwäldern in der Umgebung von Blumenau (Brasilien) auf Blatt- und Stammresten der *Euterpe oleracea* fand und die er *Pilacrella delectans* Möll. benannte, in eingehender Weise beschrieben und musterhaft abgebildet hat. Nach den Angaben über die Größe und Form der Sporen und Basidien dieses letztgenannten Pilzes könnte man sogar der Ansicht zuneigen, daß der von Hofrat v. HÖHNEL in Java gesammelte Pilz mit *Pilacrella delectans* Möll. artgleich sei, doch geht aus dem Vergleich der Köpfchenhüllen der beiden Pilze deutlich hervor, daß diese doch nicht miteinander identifiziert werden können. Die Ausbildung des Haarkelches bei *Pilacrella delectans* schwankt zwar, wie MÖLLER auf Grund seiner Beobachtungen hervorhebt, ziemlich erheblich, und zwar zwischen einer offenen kelchartigen Bildung bloß am Grunde des Fruchtköpfchens und einer Art nach oben zusammenschließender lockerer Hülle, aber trotzdem erreicht das zuletzt angeführte Maximum der Hüllenausbildung nicht die meines javanischen Pilzes, bei der die Hyphen außerordentlich dicht stehen und durch das Verkleben derselben (infolge Eintrocknens des das Köpfchen samt Haarhülle umschließenden Schleimtropfens) eine im trockenen Zustande die Basidienschichte seitlich und oben vollständig umschließende Hülle zustande kommt, die mit der Peridie von *Pilacre*, wie sie uns durch BREFELDs[1]) Untersuchungen an *Pilacre Petersii* Berkeley

1) BREFELD, Basidiomyceten, II. Protobasidiomyceten. (Untersuchungen aus d. Gesamtgebiete d. Mykologie. VII. Heft, Leipzig, 1888, p. 27—68, Taf. I—III.)

et Curtis (Ann. and mag. of natur. history, 1859, ser. III., tome III, p. 362) dargelegt wurde, recht gut zu vergleichen sei. Da nun die Gattung *Pilacre* auch einzellige Sporen zeigt, so wäre eigentlich die Zuteilung meines javanischen Pilzes zu dieser Gattung auf den ersten Blick mehr berechtigt als wie eine solche zu *Pilacrella* Schroet. Zieht man aber in Betracht, daß die einzelligen, mehr kugelförmigen Sporen von *Pilacre Petersii* Berk. et Curt. hellgelb bis braun gefärbt sind, daß die durch die lockenförmigen Einrollungen charakteristischen Peridialhyphen weiter unten Basidien entwickeln und daß das ganze Fruchtköpfchen eine trocken-pulverige Beschaffenheit aufweist, so erkennt man deutlich, daß mein Pilz mit dem jetzt eingetrockneten und nun wachsartigen Schleimköpfchen, den (wenigstens nach meinen bisherigen Beobachtungen) sterilen Hüllenhyphen und den hyalinen, eiförmigen Sporen trotz einer gewissen Ähnlichkeit mit *Pilacre* in bezug auf Hüllenausbildung doch mehr Beziehungen zu *Pilacrella delectans* Möll. zeigt als wie zu der von BREFELD so gründlich studierten Pilacracee. Eine Zuteilung meines Pilzes zu *Pilacrella* Schroet. erscheint mir aber unmöglich, da der Typus dieser Gattung *Pilacrella Solani* Cohn et Schroeter (auf faulenden Kartoffeln im pflanzenphysiologischen Universitäts - Institut in Breslau gefunden) eine flache oder gewölbte, weiße Fruchtscheibe, die aus keulenförmigen, vierzelligen Basidien und fadenförmigen, weit vorragenden Paraphysen gebildet wird, und einen aus dicht verflochtenen, nicht gallertartigen Hyphen bestehenden Stiel besitzt[1]). Von einem schleimigen oder wachsartigen Fruchtköpfchen, wie es bei *Pilacrella delectans* und bei meinem Pilz auftritt, ist also hier nicht die Rede. Es erscheint mir daher notwendig, für diese beiden Pilze eine eigene neue Gattung zu begründen, die die Pilacraceen mit deutlich gestielten schleimigen oder später wachsartigen, durchscheinenden Köpfchen mit vierzelligen Basidien, hyalinen Sporen und einer hauptsächlich aus sterilen Hyphen bestehenden, zwischen haarkelchartiger und peridienähnlicher Entwicklung schwankenden Umhüllung umfaßt und die ich dem hochverdienten, rastlosen Forscher auf dem Gebiete der Mykologie, Herrn Hofrat Prof. FRANZ VON HÖHNEL zu Ehren ***Hoehnelomyces n. g.*** benenne. Der Typus dieser neuen Gattung ist ***Hoehnelomyces***

1) In einer Übersicht der in Kryptog.-Flora v. Schlesien, III./1, behandelten Auriculanieengattungen bezeichnet SCHROETER (l. c., p. 383) die Fruchtkörper seiner *Pilacrella* ausdrücklich als „fleischig" im Gegensatz zu den wachs- oder gallertartigen der nahestehenden anderen Gattungen.

javanicus Weese n. sp., von welchem Pilze eingangs die Beschreibung gegeben wurde.

Für *Pilacrella delectans* Möll. eine eigene Gattung aufzustellen, erschiene mir ungerechtfertigt, da dieser Pilz direkt zu *Hoehnelomyces javanicus* Weese hinführt und die zwischen den beiden Pilzen noch bestehenden auffallenden Differenzen zum Teil darin ihre Ursache haben, daß MÖLLER seinen Pilz im frischen Zustand in der Natur beobachtete, während ich von dem javanischen Pilz nur trockenes Herbarmaterial studieren konnte, bei dem das Schleimtröpfchen des Fruchtkörperköpfchens schon eingetrocknet war und das Verkleben der Hüllhyphen herbeigeführt hatte. Die jetzige Beschaffenheit des Köpfchens meines javanischen Pilzes wäre im frischen Zustand eine für die Sporenverbreitung höchst unzweckmäßige und es ist für mich gar kein Zweifel, daß mein Pilz lebend ganz ähnliche Beschaffenheit aufweisen wird wie *Hoehnelomyces delectans* (Möll.) Weese.

Die Unterschiede zwischen *Hoehnelomyces* und *Pilacre Petersii* Berk. et Curt. wurden bereits oben kurz behandelt. *Pilacre Petersii* Berk. et Curt. fällt übrigens nach TULASNE (Annal. sciences nat., 5. sér., tome IV, 1865, p. 292—296) mit der älteren *Onygena faginea* Fries (Symbole gasteromyc., 1817—1818, p. 25) zusammen. Als *Pilacre* Fries kann aber *Pilacre faginea* (Fries) Berkeley et Broome (Ann. a. Mag. Nat. Hist., 1850, Not. Br. Fg., n. 380, t. XI, Fig. 5) = *Pilacre Petersii* Bk. et Curt. nicht bezeichnet werden, wenn auch SACCARDO (Sylloge Fungorum, IV., p. 580) diesen Pilz bei *Pilacre* Fr. an erster Stelle anführt und man daraus den Schluß ziehen könnte, daß er den Typus dieser Gattung darstellt. Die Gattung *Pilacre* wurde nämlich von ELIAS FRIES in „Systema orbis vegetabilis, I. Plantae homonemeae" (Lundae, 1825), Addenda, p. 364 auf Grund von *Stilbum incarnatum* Weinmann in litt. begründet und hinter *Onygena* Persoon bei den *Pilacrini* eingeschaltet. Von der Typusart wird aber nicht an dieser Stelle, sondern erst in „Systema Mycologicum", 1829, p. 204 unter *Pilacre Weinmanni* Fries (auf Holz und Rinde von abgestorbenen Ästen und Stämmen in Petersburg gesammelt) eine Beschreibung gegeben, wobei FRIES auch auf die Beziehungen, die seine Gattung dem Aussehen und der Wuchsform nach zu *Vibrissea* Fr. zeigt, und auch auf die Verwandtschaft mit *Onygena* P. hinweist. In „Summa Vegetabilium Scandinaviae", II., 1849, p. 361 führt FRIES *Pilacre* Fr. unmittelbar hinter *Vibrissea* Fr. an und macht darauf aufmerksam, daß erstgenannte Gattung in Gestalt und Struktur mit der letztgenannten übereinstimmt, von der er aus-

drücklich *Asci* und Paraphysen erwähnt. Die auf *Pilacre* Fr. folgende Gattung ist allerdings *Tubercularia* Tode, also eine Gattung, die wohl keine rechten Beziehungen zu den beiden vorhergehenden zeigt. Innigere Beziehungen zwischen *Pilacre* Fr. und *Onygena faginea* Fr. (l. c., p. 446) werden in diesem Werke nicht zum Ausdruck gebracht.

WEINMANN hat im Jahre 1832 (in „Observationes quaedam mycologicae ad floram Petropolitanum spectantes", „Flora", 15. Bd., Nr. 29, p. 458) zwei *Pilacre*-Arten, und zwar *Pilacre subterranea* Weinm. und *P. Friesii* Weinm. begründet, welche letztgenannte Art er zwei Jahre später („Enumeratio Gasteromycetum genuirorum huc usque in Imperio Ruthenico observatorum", in Linnaea, 9. Bd., 1834, p. 413) zu *Onygena* stellte und an deren Stelle eine neue *Pilacre Friesii* Weinm. beschrieb. Die beiden WEINMANNschen Pilze betrachtet jedoch BOUDIER (Journ. de Bot., 1888, II., p. 261 bis 264) nur als Varietäten der FRIESschen *Pilacre Weinmanni*. Und bezüglich dieses Pilzes ist der ebengenannte Forscher zu dem sicheren Ergebnis gekommen, daß es ein Askomyzet, und zwar aus der Gruppe der inoperkulaten Diskomyzeten sei, mit dem auch die von THÜMEN und PASSERINI begründete Gattung *Roesleria* (Österr. Botan. Zeitschr., 1877, p. 270) und *Sphinctrina coremioides* Berkeley (1872) gattungsgleich sind.

Die Gattung *Pilacre* Fr. ist also bisher gründlich verkannt worden. Wenn man es nun auch noch allenfalls entschuldbar findet, wenn früher Pilze wie *Onygena faginea* Fr., *Pilacre Petersii* Berk. et Curt. etc. aus Unkenntnis der wahren Sachlage in diese ebengenannte Gattung gestellt wurden, so muß es uns doch jetzt höchst unbegreiflich erscheinen, daß trotz BOUDIERs[1]) und RICHONs Feststellungen (Bull. Soc. bot. de France, 29., 2.ième sér., 1882, p. 240—243), die auch von QUÉLET bestätigt wurden[2]), in den meisten mykologischen Werken die alte Unsicherheit und Unklarheit, beziehungsweise die früheren unrichtigen Anschauungen in dieser Frage noch heute weiterbestehen. Würde man sich bei den älteren Gattungen mehr um den Typus kümmern und nicht meist kritiklos die durch die Sylloge fungorum herbeigeführte

1) BOUDIER hat auch seinen Standpunkt in „Nouvelle classification naturelle des Discomycètes charnus" (Bull. Soc. Mycol. France, I., 1885, p. 111) klar ausgesprochen.

2) RICHON, Rapport sur la maladie de la Vigne connue dans la Marne sous le nom de Morille. (Soc. de Vitry-le-Français, 4 décembre, 1881) und COSTANTIN in Journ. de Botan., 1888, II., p. 229. *Vibrissea hypogaea* Rich. = *Roesleria hypogaea* v. Thüm. = *Pilacre Friesii* Weinm.

Sachlage annehmen, so wäre das Entstehen einer so großen Konfusion in der Systematik einzelner Gruppen gar nicht möglich gewesen.

Wenn nun *Pilacre* Fries ein *Vibrissea* Fr. nahestehender Askomyzet[1]) ist, so muß für die Auriculariineengattung *Pilacre*, für die *Onygena faginea* Fr. der Typus wäre, ein neuer Namen gewählt werden. BOUDIER schlägt dafür den Namen *Ecchyna* Fries vor. *Ecchyna* Fr. fand ich in der mir zugänglichen Literatur das erste mal in FRIES, Novitiae florae Suecicae, Part V, Lundae, 1819, p. 80, aber als bloßen Namen. In „Systema orbis vegetabilis", I, 1825, p. 151, sagt FRIES in einer Anmerkung bei *Onygena*: „Legimus ex hac regione fungum admodum memorabilem ramoso-cornutum (Ecchyna dictum) absque capitulo discreto; sed vereor, ne sit O. fagineae monstrositas in cryptis. Interea ulteriore indagatione dignus." In „Systema Mycologicum" wird *Ecchyna* nicht erwähnt. In „Summa Vegetabilium Scandinaviae", 1849, p. 446 bezeichnet FRIES *Onygena* Pers. als askusführenden Pilz und führt hier merkwürdigerweise auch seine *Onygena faginea* Fr. an, und zwar als vierte und letzte Art, der er die Gattung *Lasioderma* Mont. (Ann. sc. nat., 3, IV, 1845, p. 364) folgen läßt. In einer Fußnote zu *Onygena faginea* sagt er: „Exstat inter hoc et sequens medius fungus (*Ecchyna* provisorie dictus) peridio difformi, strigoso-hirto, sporis laxis, nec cellula matricali s. asco receptis, qui a priori quoad fructificationem recedit ut *Cheirospora* ab *Hyperomyxa*, *Kretzschmaria* a *Leveillea* etc." Daraus geht hervor, daß FRIES *Ecchyna* eigentlich nicht mit *Onygena faginea* direkt identifizierte und daß man diese Gattung nur als Bezeichnung für monströse oder mißgestaltete Formen von der genannten *Onygena*-Spezies auffassen könne. Und Namen, die auf Monstrositäten begründet wurden, haben nach unseren Nomenklaturregeln (Art. 51, Punkt 3) keine Berechtigung. Übrigens wäre es noch fraglich, ob die zitierte Stelle in „Systema orbis vegetabilis", I, 1825, p. 151 nomenklatorisch eine Bedeutung hat, da *Ecchyna* in dem später erschienenen Band III von „Systema mycologicum", welches Werk als Ausgangspunkt für die Nomenklatur dieser Pilze gilt, nicht erwähnt wird. Allerdings bezeichnet FRIES im Jahre 1857 („Svamparnes Calendarium under medlersta Sveriges horizont" I., in Öfversigt af Kon. Vet.-Akad. Förhandl., 1857, p. 137—155; Ann. sc. nat. IVième sér., XII., 1859, p. 313) die *Onygena faginea* von „Systema mycologicum" direkt als *Ecchyna*

---

1) Am nächsten müßte er mit *Neolecta* Speg. verwandt sein, da dies HÖHNEL von *Roesleria* behauptet.

faginea; aber schon längere Zeit vor Erscheinen dieser Arbeit und von „Summa veget. Scandinaviae" hat H. F. LINK (Handbuch zur Erkennung der nutzbarsten und am häufigsten vorkommenden Gewächse, 3. Teil, Berlin, 1833, p. 396) ausdrücklich für *Onygena faginea* Fr. eine eigene Gattung begründet, die er *Phleogena* nannte. Und dieser Gattungsname besteht nach unseren Nomenklaturregeln *vollkommen zu Recht* und muß daher für die Auriculariineengattung *Pilacre* non Fries angewendet werden. Ich bezeichne daher auch die Familie der Pilacraceen oder Ecchynaceen nun als Phleogenaceen.

Mit *Phleogena* Link dürfte nach den Untersuchungen v. HÖHNELs an Originalmaterial (Sitzungsb. Ak. d. Wissensch., Wien 1910, math.-naturw. Kl., Abt. I, p. 393) auch *Lasioderma* Durieu et Montagne zusammenfallen, da dieser Forscher den Typus der letztgenannten Gattung vorläufig als *Ecchyna flavovirens* (Dur. et Mont.) v. Höhn. bezeichnet.

Und nun gebe ich zum Schluß eine kurze Übersicht über die in der vorliegenden kurzen Arbeit behandelte Auriculariineenfamilie, die sowohl gymnokarpe als auch als angiokarp erscheinende Formen umfaßt.

Phleogenaceae.

Fruchtkörper gestielt und mit Köpfchen versehen. Köpfchen trocken-pulverig oder schleimig oder wachsartig mit flach oder gekrümmt scheibenförmiger oder halbkugelförmiger oder köpfchenförmiger Fruchtschicht aus zwei- oder vierzelligen Basidien bestehend. Fäden zwischen den Basidien vorhanden oder fehlend; Hüllfäden eine kelchartige oder vollständige, mehr oder weniger peridienartige, schleimige, wachsartige oder pulverige Umhüllung bildend. Sporen bisher nur einzellige hyaline oder braune bekannt.

Fruchtkörperköpfchen ohne Fäden zwischen den zweizelligen Basidien und ohne Umhüllungsfäden . . . . *Stilbum* Tode[1]).
(Typus: *Stilbum vulgare* Tode.)

1) JUEL, *Stilbum vulgare* Tode. Ein bisher verkannter Basidiomycet. (Bih. t. k. Svenska Vet.-Akad. Handl., 24. Bd., Afd. III, Nr. 9). Nach der Beschreibung von JUEL erscheint es mir nicht ausgeschlossen, daß der Pilz im frischen Zustande ein Schleimköpfchen aufweist. SACCARDO hat *Stilbum* und *Pilacre* noch bei den Hyphomyceten, weshalb ich diese oben gekennzeichnete Familie, um Verwechslungen zu vermeiden, nicht Stilbaceen nennen konnte.

Hervorstehende Fäden zwischen den Basidien oder Haarkelch- oder Hüllfäden vorhanden, Basidien vierzellig.

Fruchtschicht in Form einer Scheibe, zwischen den Basidien weit vorragende Fäden aufweisend. Fruchtkörper fleischig *Pilacrella* Schroeter.
(Typus: *Pilacrella Solani* Cohn et Schroet.)

Köpfchen mit Haarkelch am Grunde oder vollständiger Umhüllung.

Köpfchen schleimig oder knorpelig, gelatinös oder wachs-artig. Sporen hyalin . . . . *Hoehnelomyces* Weese.
(Typus: *Hoehnelomyces javanicus* Weese.)

Köpfchen von trocken-pulveriger Beschaffenheit. Sporen gelb oder braun . . . . *Phleogena* Link.
(Typus: *Phleogena faginea* [Fries] Link.)
(Synonyme: *Botryochaete* Corda[1]), ? *Lasioderma* Dur. et Mont.).

Wien, im Dezember 1919.

1) CORDA, Icones fung. VI, 1854, p. 47, t. 9, Fig. 95. Zu *Phleogena* Link wären vorläufig auch noch *Pilacre tephrospora* Berk. et Br., *P. divisa* Berk., *P. orientalis* B. et Br., *P. depressa* B. et Br., *P. sphaerocephala* B. et Br. und *P. nivea* B. et C. zu stellen, die meist alle ungenügend bekannt sind und dringend einer genauen Revision bedürfen.

70. J. Weese: Mykologische und phytopathologische Mitteilungen.

(Mit Tafel VIII.)

(Eingegangen am 28. Dezember 1919.)

I.

Über den Krebspilz der Obst- und Laubholzbäume.

Der Krebs der Obstbäume gehört unstreitig zu den bekanntesten und unangenehmsten Erkrankungen dieser Baumarten.

Nachdem man anfangs zu der Ansicht hinneigte, daß der Frost die alleinige Ursache dieser Krankheit sei (R. GOETHE, 1877[1]), SORAUER[2])), ist es später gelungen, auf den Krebsbildungen einen parasitischen Pilz festzustellen, den man zuerst mitverantwortlich machte (GOETHE, 1880[3])) und später als eigentliche Ursache des echten Krebses bezeichnete[4]), zumal dieser als *Nectria ditissima* Tulasne[5]) bestimmte Pilz schon zu jener Zeit, als R. GOETHE seine erste Arbeit über den Apfelbaumkrebs[1]) veröffentlichte, von ROBERT HARTIG[6]) an der häufigsten Form des Buchenkrebses und später[7]) an Krebsbildungen von *Quercus, Corylus, Fraxinus, Carpinus, Alnus rotundifolia, Acer, Tilia, Rhamnus frangula* etc. konstatiert worden war und zumal auch Infektionsversuche mit diesem Pilz den wissen-

1) GOETHE, RUDOLF, Mitteilungen über den Krebs der Apfelbäume. Berlin und Leipzig, 1877.

2) SORAUER, P., Über den Krebs der Obstäume. (Tagebl. d. 49. Vers. deutscher Naturf. u. Ärzte, 1876, p. 102—104). Zwei Jahre früher (Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin, 1874) bespricht SORAUER den Obstbaumkrebs im Anschluß an die „Verflüssigungskrankheiten“ und erblickt darin merkwürdigerweise eine Analogie zu dem Gummifluß der Steinobstarten.

3) GOETHE, Weitere Mitteilungen über den Krebs der Apfelbäume (Landw. Jahrb., 9. Bd., 1880, p. 837; „Deutscher Garten“, 1880, p. 80).

4) GOETHE, Über den Krebs der Obstbäume. Berlin, 1904. ADERHOLD und GOETHE bezeichnen im Flugblatt 17 der Biol. Abt. f. Land- u. Forstwirtsch. des Ges.-Amtes Berlin, 1902, den *Nectria*-Krebs als „echten“ Krebs gegenüber anderen Krebserkrankungen.

5) TULASNE, L. R. et C., Selecta fungorum carpologia, III., 1865, p. 73.

6) HARTIG, R., Die krebsartigen Krankheiten der Rotbuche (DANCKELMANNsche Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 1877, p. 377) u. Naturforschervers. in München, 50., 1877.

7) HARTIG, R., Der Krebspilz der Laubholzbäume. (Untersuchungen a. d. forstbot. Instit. München, I., Berlin, 1880, p. 109—128, Taf. VI.)

schaftlichen Beweis für den Parasitismus desselben (GOETHE, 1880[1]), LAPINE[2]), ADERHOLD[3])) erbracht hatten.

Nectria ditissima Tulasne wird daher, wie in fast allen phytopathologischen Hand- und Lehrbüchern zu lesen ist, allgemein als die Ursache des echten Krebses der Obst- und Laubholzbäume bezeichnet.

Bei meinen Studien über die Morphologie und Systematik der Gattung *Nectria* Fries[4]) fiel es mir bei Untersuchung der vielen Exemplare von *Nectria ditissima* Tul. auf, daß dieser Pilz, der übrigens von *Nectria coccinea* (Pers.) Fr.[5]) in der heutigen Umgrenzung nicht zu unterscheiden ist, nicht auf krebsartigen Bildungen aufzutreten pflegt. Dieser offenkundige Widerspruch zu den überaus bestimmten Angaben in der phytopathologischen Literatur wurde dann durch die genaue Untersuchung von Krebsbildungen von *Fraxinus*, *Corylus*, *Rhamnus frangula* und *Malus communis* allerdings aufgeklärt. Es gelang mir nämlich festzustellen[6]), daß an all den untersuchten Krebsstellen nicht die echte *Nectria ditissima* Tul., sondern die ihr morphologisch ziemlich nahestehende, aber für das geschulte Auge doch von ihr deutlich verschiedene *Nectria galligena* Bresadola[7]) auftritt, welche Art damals nur für die Zweiggallen von *Salix purpurea* (siehe Fig. B auf Tafel VIII) aus Niederösterreich bekannt war. Dasselbe Bestimmungsergebnis zeitigte sodann die Untersuchung eines Apfelbaumkrebses aus dem seinerzeitigen Versuchsmaterial von Geheimrat ADERHOLD (Fig. D auf Tafel VIII). Bezüglich des Zusammenhanges des Obstbaum-, Eschen-, Faulbaum- und Haselkrebses mit *Nectria galligena* Bres. bestanden daher für mich keinerlei Zweifel. Anders lag die Sache bezüglich des Rot-

1) GOETHE, Weitere Mitteilungen über den Krebs der Apfelbäume (Landw. Jahrb., 9. Bd., 1880, p 837; „Deutscher Garten", 1880, p. 80).

2) LAPINE, Zum Krebs der Apfelbäume. (Landwirtsch. Jahrbücher, 1892, p. 937.)

3) ADERHOLD, R., Impfversuche mit *Nectria ditissima* Tul. (Centralbl. f. Bakter., II. Abt., X. Bd., 1903, p. 763—766.)

4) FRIES, Summa Vegetabilium Scandinaviae. 1849, p. 387.

5) PERSOON, Icones et descriptiones fungorum minus cognit., fasc. II, 1800, p. 49 sub *Sphaeria*; sub *Nectria* in FRIES, l. c., p. 388.

6) WEESE, J., Zur Kenntnis des Erregers der Krebskrankheit an den Obst- und Laubholzbäumen. (Zeitschr. f. d. landwirtsch. Versuchswesen in Österreich, 1911, p 872—885, Taf. I). Hier wird auch ein kurzer morphologischer Vergleich des Krebspilzes mit den verschiedenen nahestehenden *Nectria*-Arten durchgeführt und werden die Resultate verschiedener Revisionen bekanntgegeben.

7) STRASSER, 8. Nachtrag zur Pilzflora des Sonntagsberges. (Verhandl. zool. bot. Ges., Wien, 1905. 55. Bd., p. 604.)

buchenkrebses, wo ich bei dem allerdings, wie es sich später herausstellte, ungünstigen Material keinerlei *Nectria* auffinden konnte. Doch ergab das Studium jüngerer Buchenkrebsbildungen (Fig. E) später[1]) dasselbe Resultat wie bei dem Obstbaumkrebs, so daß ich nun über die Artzugehörigkeit der Krebs-*Nectria* vollständig im Klaren war. Als wahrscheinlichen Konidienpilz von *Nectria galligena* Bres. bezeichnete ich damals einen der vier von APPEL und WOLLENWEBER[2]) unterschiedenen Stämme von *Fusarium Willkommii* Lind.[3]), die nach der seinerzeitigen Meinung der beiden Forscher auch möglicherweise eigene *Fusarium*-Arten darstellen konnten.

Durch meinen Befund bezüglich des an den Obstbaum- und Laubholzbaumkrebsbildungen auftretenden Pilzes erschien mir auch die Ursache der verschiedenen krassen Widersprüche in der Literatur über den Parasitismus, die Morphologie und die Entwicklung des Krebspilzes bloßgelegt, da es sich hier vielfach feststellen ließ, daß die einzelnen Autoren zum Teil ganz verschiedene Arten bei ihren Studien vor sich hatten und dann aus unrichtig oder ungenau bestimmtem Material allgemeine Schlüsse zogen.

Angeregt durch meine Untersuchungen, hat sich dann im Jahre 1913 Dr. ERNST VOGES (Heisede bei Hannover) mit der Entstehung des in seiner Gegend häufigen Obstbaumkrebses eingehend beschäftigt und seine Ergebnisse in einer interessanten, mit einer historischen Einleitung versehenen ausführlichen Arbeit[4]) niedergelegt. Bezüglich des Krebspilzes der Obstbäume ist nun VOGES zu dem Resultat gekommen, daß meine Ansicht, daß *Nectria ditissima* Tul. nie den besagten Krebs verursache, sondern *Nectria galligena* Bres., nicht zutreffe, da er in den zahlreichen von ihm untersuchten Krebswunden immer nur *Nectria ditissima* Tul. fand und *Nectria galligena* nirgends nachweisen konnte. VOGES stützt sich dabei auf meine von *Nectria galligena* Bres. nach trockenem Originalmaterial seinerzeit gegebene Beschreibung.

Nach den obenangeführten Feststellungen von VOGES sei also im Gegensatz zu meiner Behauptung auch *Nectria ditissima* Tul.

---

1) WEESE, J., Studien über Nectriaceen. 1. Mittlg. (Zeitschr. f. Gärungsphys. u. Myk., 1. Bd., 1912, p. 132.)

2) APPEL u. WOLLENWEBER, Grundlagen einer Monographie der Gattung *Fusarium*. (Arb. der Biol. Anst. f. Land- u. Forstwirtsch., Berlin, 1910, VIII., 1. Heft.)

3) LINDAU, Hyphomycetes (in RABENHORSTs Kryptogamenflora, IX.), Leipzig, 1909, p. 551.

4) VOGES E., Zur Geschichte und Entstehung des Obstbaumkrebses. (Centralbl. f. Bakteriologie, II. Abt., 39. Bd., 1913/14, p. 641—672.)

imstande, im vollen Umfange echte Krebswunden zu erzeugen, und *Fusarium Willkommii* Lindau sei nicht der Konidienpilz von *Nectria galligena* Bres., sondern von *Nectria ditissima* Tul. Da durch die Untersuchungen von VOGES nicht bestritten wird, daß *Nectria galligena* Bres. auch auf den Krebswunden der Obstbäume und der Laubholzbäume auftrete, so haben wir eigentlich jetzt zwei *Nectria*-Arten, die als Ursache der Krebserkrankung zu bezeichnen wären und bei denen es VOGES, wahrscheinlich um eine Erklärung für den Widerspruch des jetzigen Resultates gegenüber den früheren Befunden zu finden, als nicht ausgeschlossen bezeichnet, daß wir es hier mit zwei vikarierenden Spezies zu tun haben. Die bereits etwas geklärt gewesene Sachlage ist nun durch die Untersuchungen von VOGES wieder verwickelter geworden und dem wurde in der neueren botanischen und phytopathologischen Literatur, in der teilweise meine Ergebnisse bereits berücksichtigt worden waren, in einem mir erst vor kurzem bekannt gewordenen Falle in der Weise Rechnung getragen, daß wieder der alte Standpunkt eingenommen wurde, da ja durch die Arbeit von VOGES die *Nectria ditissima* Tul. wieder die alte Bedeutung als Krebspilz zurückerlangt hat und so auch der zwar nicht ganz gerechtfertigte Eindruck entsteht, als ob dadurch auch meine Ansicht betreffs der *Nectria galligena* Bres. wesentlich erschüttert worden sei.

Um nun nicht wieder eine Verwirrung in der Literatur einreißen zu lassen, will ich nun kurz einiges mitteilen, das vielleicht geeignet erscheint, die bereits wieder etwas kompliziert gewordene Sachlage ein wenig zu vereinfachen.

Seit meiner letzten Publikation über den Krebspilz habe ich sehr viele Obstbaum- und Laubholzbaumkrebsbildungen in allen möglichen Entwicklungsstadien gesammelt und untersucht und überall konnte ich, wenn es sich nicht um zu alte Bildungen handelte, zu günstiger Jahreszeit, vor allem im Winter und Frühjahr, die charakteristischen Perithezien der *Nectria galligena* Bres. nachweisen. Zu demselben Ergebnis führte die Untersuchung von zahlreichen Krebsstücken, die mir von befreundeter mykologischer Seite im Laufe dieser Zeit zugeschickt wurden. Eine mir eigens von Herrn OTTO JAAP, Hamburg, freundlichst übermittelte Probe einer Krebsstelle vom Apfelbaum, die von ihm am 30. März 1907 in Triglitz in der Priegnitz (Mark Brandenburg) gesammelt wurde und die mir zeigen sollte, daß außer *Nectria galligena* auch *Nectria coccinea* (Pers.) Fr. vorkomme, erwies sich ebenfalls nur als eine mehr rasig auftretende *Nectria galligena* Bres.

VOGES sagt in seiner Arbeit, daß es aus den Darstellungen

von GOETHE nicht sicher hervorgehe, welche *Nectria*-Art er bei seinen Untersuchungen vor sich gehabt habe. Seiner Ansicht nach stimmt GOETHEs Krebspilz noch am meisten mit *Nectria ditissima* Tul. überein. Demgegenüber bemerke ich mit aller Bestimmtheit, daß dem Landesökonomierat R. GOETHE bei seinen Untersuchungen nicht jener Pilz, der jetzt als *Nectria coccinea* (Pers.) Fr. (= *N. ditissima*) bezeichnet wird, sondern die echte *Nectria galligena* Bres. vorlag. Das geht aus der Bestimmung der *Nectria*-Perithezien auf einem Apfelbaumkrebsstück hervor, das von R. GOETHE selbst in Darmstadt gesammelt wurde und das mir Herr Geheimrat Prof. Dr. H. SCHENCK (Darmstadt) vor einigen Jahren gütigst übersandte.

Da auch die Untersuchung der verschiedenen Krebsstücke, die mir bei der Revision der *Nectria*-Arten aus den verschiedensten Herbarien unterkamen, immer nur *Nectria galligena* Bres.[1]) ergab, so bin ich in meiner seinerzeit ausgesprochenen Ansicht bisher nur bestärkt worden und auch die Feststellungen von VOGES vermochten sie nicht zu erschüttern. Aus diesem Grund fühlte ich mich auch bisher der Notwendigkeit enthoben, zu den Untersuchungen von ebengenanntem Forscher Stellung zu nehmen. Um nun nicht aber den Eindruck zu erwecken, als ob ich meine frühere Anschauung infolge der Untersuchungsergebnisse von VOGES in aller Stille fallen gelassen hätte, stelle ich hier in aller Kürze fest, daß VOGES bei seinen Obstbaumkrebsstudien gar keine *Nectria ditissima* Tulasne, wie er behauptet, sondern ebenfalls nur die *Nectria galligena* Bres. vor sich hatte. Beweise dafür habe ich in meinem Herbarium, und zwar zwei Originalproben von Apfelbaumkrebsbildungen mit dem *Nectria*-Perithezien, die mir Herr Dr. VOGES selbst übersandte und von denen die erste vom März 1913 aus der Zeit des Beginnes seiner Studien und die zweite aus der Zeit des Erscheinens seiner interessanten Arbeit stammt und die beide sich als echte *Nectria galligena* Bres. und nicht als *Nectria ditissima* Tul. erwiesen. Hiermit erscheint mir der Widerspruch zwischen meinen Ergebnissen und den Feststellungen von VOGES in der Frage des Krebspilzes der Obstbäume genügend aufgeklärt.

1) WOLLENWEBER hat diesen Pilz auch für Amerika festgestellt, wo er bisher nicht bekannt war. Als Konidienpilz bezeichnete er zuerst (Phytopathology, Febr. 1913, Vol. 3., p. 35, 225) *Fusarium Willkommii* Lindau (1909), später bei Zerlegung dieser Art (Fusaria autographice delineata, 1916) als *Cylindrocarpon mali* (Allescher) Wollenweber (Phytopathology, III., p. 225), während er als Nebenfruchtform von *Nectria ditissima* Tul. *Cylindrocarpon candidum* (Ehrbg. in Herb.) Wo. nennt. Da letztgenannter Pilz mit *Fusidium candidum* Willkomm (Die mikr. Feinde des Waldes, 1866, p. 103) zusammenfallen soll, erscheint es mir richtiger WILLKOMM als ersten Autor anzuführen.

Auf die Morphologie von *Nectria ditissima* (Tul.) Fr. — *N. coccinea* (Pers.) Fr., *N. galligena* Bres. und anderer in diesen Verwandtenkreis gehöriger und nach den bisherigen Beschreibungen schwierig zu unterscheidender *Nectria*-Arten werde ich später gelegentlich einmal ausführlicher zu besprechen kommen und hier wird sich dann die Möglichkeit ergeben, die für den Pflanzenpathologen so wichtigen Unterscheidungsmerkmale von *Nectria coccinea* (Pers.) Fr. und *Nectria galligena* Bres. nach dem heutigen Stande unseres Wissens noch einmal eingehender zu erörtern.

II.

Über einen Orchideenschädling.

Im Jahre 1901 berichtete PAUL HENNINGS[1] über eine Fäulnis von Blattbulben der *Maxillaria rufescens* Lindl. im Berliner Botanischen Garten, die sich schon seit längerer Zeit bemerkbar machte und als deren Ursache RUHLAND und H. PAUL einen Pilz erkannten, der zuerst in Form von kleinen, wachsartig-weißlichen polsterförmigen Räschen aus der Epidermis hervorbrach und dann nach dem Absterben der Bulben licht ockergelbe Fruchtkörper entwickelte, die ihn als *Nectria* erscheinen ließen. Diese *Nectria*, von der P. HENNINGS vermutet, daß sie aus Venezuela oder Trinidad mit befallenen Orchideen eingeschleppt wurde, hat dann genannter Mykologe, da sie sich mit den ebenfalls auf Orchideen beschriebenen *Nectria*-Arten, wie *Nectria Vandae* Wahrlich[2], *N. Goroshankiniana* Wahrl.[2] (auf Wurzeln von *Vanda*-Arten im Moskauer botanischen Garten gefunden), *Nectria Binotiana* Saccardo[3] und *N. phyllogena* Sacc.[3] (auf Orchideenblättern in Brasilien auftretend), nicht identifizieren ließ, als neue Art, und zwar als *Nectria bulbicola* P. Hennings beschrieben.

Von diesem Pilz konnte ich das Originalexemplar aus dem Berliner botanischen Museum studieren. Diese Untersuchung führte nun zu dem Ergebnis, daß *Nectria bulbicola* P. Henn. durchaus keine neue Art darstellt, sondern in dem Formenkreis der in den Tropen recht häufigen und je nach den Ernährungsverhältnissen oft ziemlich verschieden entwickelten *Nectria ochroleuca* (Schweinitz) Berkeley[4])

1) P. HENNINGS, Über einen schädlichen Orchideenpilz *Nectria bulbicola* P. Henn. n. sp. (Notizbl. des bot. Gart. u. Mus., Berlin, III, 1901, Nr. 25, p. 97—99).

2) WAHRLICH, Beitrag zur Kenntnis der Orchideenwurzelpilze. (Bot. Zeitg., 44. Bd., 1886, p. 503, Taf. III.)

3) SACCARDO in Bullet. soc. bot. Belg., 35. Bd., p. 129.

4) SCHWEINITZ in Transact. Amer. Phil. Soc., 2. Bd., 1882, p. 204 sub *Sphaeria*; sub *Nectria* in Grevillea, IV., 1875, p. 16.

gehört, die häufig, wie auch etwas in dem vorliegenden Falle, deutliche Übergänge zu der nahestehenden warzigen *Nectria subquaternata* Berkeley et Broome[1]) bildet. *Nectria bulbicola* P. Henn. ist daher als selbständige Art zu streichen.

Nectria ochroleuca (Schwein.) Berk., welche Art für die Tropen das zu sein scheint, was *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. für unsere Gegenden ist, kommt jetzt auch schon in Deutschland vor. Von den Gewächshäusern scheint diese Pflanze ihren Ausgang genommen zu haben. Meines Wissens ist *Nectria ochroleuca* in Deutschland auf Rinde von Ahorn und Linde im Berliner botanischen Garten (leg. P. HENNINGS; det. J. WEESE[2])), auf *Cytisus scoparius* in Münster (unrichtigerweise als *Nectria Daldiniana* bezeichnet; leg. v. TAVEL[3]; rev. WEESE[4])) und im Hattenheimer Wald (ebenfalls als *Nectria Daldiniana* de Not. bezeichnet; leg. FUCKEL[5]); rev. WEESE[6])) gefunden worden. Im Herbarium SCHROETER (Botanisches Museum der Universität Breslau) fand ich kürzlich zwei unbestimmte Exemplare desselben Pilzes, die von J. SCHROETER[7]) im März 1883 und Juli 1886 im Warmhause, beziehungsweise im Vermehrungshause des Breslauer Botanischen Gartens auf Orchideenknollen gesammelt wurden.

Mit *Nectria ochroleuca* (Schw.) Berk. fällt auch nach meinen Untersuchungen an Originalmaterial aus dem Herbarium F. THEISSEN noch ein Orchideenpilz, und zwar *Nectria Orchidearum* Theißen[8]) (auf dem Blütenstiel einer epiphytischen Orchidee, Saõ Leopoldo, Rio Grande do Sul, Südbrasilien; leg. RICK, S. J., 1905) zusammen.

P. HENNINGS bezeichnet seine *Nectria bulbicola* P. Henn. als äußerst schädlich, da durch diese die Bulben braunfleckig werden.

1) BERKELEY and BROOME in Journ. Linnean Society, 1873, 14. Bd., p. 116.

2) WEESE, Hypocreaceen-Studien, I. (Centralbl. f. Bakt., II. Abt., 42. Bd., 1914, p. 610.)

3) BREFELD und TAVEL, Unters. a. d. Gesamtgebiet d. Mykologie, X., 1891, p. 177.

4) WEESE, Studien über Nectriaceen, III. (Zeitschr. f. Gärungsphys. u. Myk., VI. Bd., 1917, p. 38.)

5) FUCKEL, Symbolae Mycologicae, 1. Nachtrag, 1871, p. 22. (Jahrb. Nassauisch. Ver. f. Naturk., 25. u. 26. Bd., p. 310.)

6) WEESE, Beitrag z. Kenntn. d. Gattung Calonectria. (Mycol. Centralbl., IV. Bd., 1914, p. 182.)

7) SCHROETER bezeichnet den Pilz, wie ich nachträglich fand, in Kryptogamenfl. v. Schles., III./2. p 260 als wahrscheinliche *Nectria Vandae*, mit welcher Art der Pilz aber nichts zu tun zu haben scheint.

8) THEISSEN, Die Hypocreaceen von Rio Grande do Sul, Südbrasilien. (Annales Mycologici, IX., 1911, p. 48, Taf. VI., Fig. 65.)

die Blätter abwerfen, verschrumpfen und zuletzt in Fäulnis übergehen. Er empfiehlt daher, alle kranken Bulben mit den Wurzeln zu entfernen und die Entwicklung der Konidienfruchtform und der Schlauchfrüchte zu verhindern.

Wien, im Dezember 1919.

Erklärung zur Tafel VIII.

(Originalzeichnungen des Autors nach der Natur.)

A. Perithezien von *Nectria galligena* Bres. Lupenbild 30f. Vergr.

B. Kröpfe an einem Zweig von *Salix purpurea*. Die Kröpfe sind mit *Nectria galligena* bedeckt. Natürl. Größe. (Das Original ist in Langschönbichl bei Tulln in Nieder-Österreich von v. HÖHNEL gesammelt worden.)

C. Apfelbaumkrebs mit roten Perithezien, die R. GOETHE als *Nectria ditissima* Tul. bezeichnete, aber *N. galligena* Bres. darstellen. (Fundort: Darmstadt. Gehaborner Hof 18./11.1904 leg. R. GOETHE ex Herb. Geheimrat Dr. H. SCHENCK [Darmstadt].) Natürl. Größe.

D. Originalkrebsstück aus dem Versuchsmaterial von ADERHOLD. (Am 20 November 1902 mit Konidien der vermeintlichen *Nectria ditissima* geimpft und am 23. Februar 1906 abgeschnitten. Sammlung d. Biol. Anstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, Dahlem-Steglitz bei Berlin.) $\frac{1}{2}$ natürl. Größe.

E. Buchenkrebs aus Bayern mit *Nectria galligena* besetzt. (leg. Dr. E. MÜNCH.) $\frac{5}{6}$ natürl. Gr.

F. Geschlossener Apfelbaumkrebs aus Nieder-Österreich. Natürl. Gr.

G. Junge Krebsbildung an Eschenzweigen (LUNDENBURG, Mähren, leg. O. BITTMANN). Beiläufig $1\frac{1}{2}$f. Vergr.

H. Querschnitt durch die in E dargestellte obere Buchenkrebswunde bei natürlicher Größe.

71. A. Schulz: Getreidestudien I.

(Eingegangen am 25. Dezember 1919.)

Abstammung und Heimat des Roggens.

In einer im vorigen (36.) Bande dieser Berichte[1]) veröffentlichten Abhandlung über „Abstammung und Heimat des Roggens" — wie auch schon in früheren Abhandlungen — habe ich die Ansicht ausgesprochen, daß der Roggen, *Secale cereale* L., ausschließlich ein Abkömmling von *Secale anatolicum* Boissier (in der ursprünglichen Fassung dieses Autors von 1844) sei. Hierzu bemerkt nun A. THELLUNG in seiner Abhandlung über „Neuere Wege und Ziele der botanischen Systematik, erläutert am Beispiele unserer Getreidearten"[2]), daß es auch eine kahlstengelige Form (f. *typicum* Regel) des Saatroggens gäbe, die speziell in Asien angebaut werde, so daß man vor die Alternative gestellt werde, entweder auf die (sicherlich etwas schwankenden) Behaarungsverhältnisse als entscheidendes Merkmal für die Phylogenie der Roggenformen zu verzichten oder aber neben *S. anatolicum* noch eine zweite, kahlhalmige wilde Stammform für einen Teil der Kulturroggenformen anzunehmen.

Ich hatte schon 1913 in einer Abhandlung über „Die Abstammung des Roggens"[3]) darauf hingewiesen, daß E. REGEL *Secale anatolicum* Boiss., das er *S. cereale β anatolicum* nenne, durch die flaumige Behaarung der Halmspitze — caule apice pubescente — von dem von ihm *S. cereale α typicum* genannten — turkestanischen — Roggen, den er durch einen an der Spitze unbehaarten Halm — caule ad apicem glaberrimo — charakterisiere, trenne. In meiner Abhandlung von 1918 habe ich E. REGELs Angaben unerwähnt gelassen, weil ich unterdessen turkestanische Roggenfrüchte erhalten hatte, aus denen im Anbau bei Halle Individuen mit meist mehr oder weniger behaarten Halmspitzen hervorgegangen waren. Ich vermutete deshalb, daß REGELs Angabe ein Versehen zu Grunde läge. In meiner Vermutung

1) Berlin 1918 S. 39—47.

2) Naturwissenschaftliche Wochenschrift Bd. 33 (Jena 1918) S. 449 u. f.(471)

3) Zeitschrift f. Naturwissenschaften Bd. 84, 1912/13 (Leipzig 1913) S. 339—347 (343—344).

werde ich jetzt bestärkt durch die Ergebnisse der Untersuchung einer Anzahl Halme vom angebautem Roggen, die Herr Professor J. BORNMÜLLER in Weimar im Juli 1913 in der turkestanischen Provinz Samarkand gesammelt und mir freundlichst zur Untersuchung mitgeteilt hat. Einige von diesen sind dicht unter der Ähre mit zwar nur wenigen und kurzen, aber doch recht deutlichen Haaren besetzt. Es liegt deshalb m. E. kein Grund zu der Annahme vor, daß der turkestanische Roggen von einer anderen Stammform als *Secale anatolicum* abstamme. Ich bin vielmehr auch jetzt noch davon überzeugt, daß der Roggen nur von *S. anatolicum* abstammt und ausschließlich in Turkestan aus diesem in der Kultur entstanden ist.

Dieser Annahme der ausschließlich turkestanischen Herkunft des Roggens ist vor kurzem EDUARD HAHN in einer „Wo und wie entstand die Kulturform des Roggens" überschriebenen Bemerkung in den „Sitzungsberichten der Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien"[1], entgegengetreten. Wie THIESS HINRICH ENGELBRECHT[2]) ist er der Meinung, daß der Roggen zwar aus *Secale anatolicum*, aber nicht in Turkestan, sondern in Südrußland entstanden sei, wohin *S. anatolicum* als Weizenunkraut aus kleinasiatischen Küstengegenden eingeschleppt worden sei. Mit WALTHER VOGEL[3]) nimmt er an, daß griechische Getreidehändler die Skythai aroteres, die bis dahin wie die Skythai georgoi nur Hackbau getrieben, veranlaßt hätten, zur Ausfuhr Weizen im Pflugbau anzubauen. Das Saatgetreide hätten die Händler aus kleinasiatischen Küstengegenden mitgebracht und durch dieses sei *Secale anatolicum*, das damals in Kleinasien als Weizenunkraut aufgetreten sei — wie dies noch gegenwärtig vielerorts im Orient der Fall ist[4]) —, in das Gebiet der Skythai aroteres eingeschleppt worden. „Hier wäre dann in einem, wie das ja vorkommt, ausnahmsweise nassen Jahre der Weizen völlig mißraten und das Unkraut hätte sich nun nach der geistreichen Hypothese ENGELBRECHTs, dann zuerst als Notnahrung eingeschoben und sich erst weiterhn als Kulturgetreide empfohlen und durchgesetzt. Sein eigentliches Anbaugebiet hätte freilich dann

1) 1918/19 S. [29]—[30].

2) Vergl. A. SCHULZ, Abstammung und Heimat des Roggens, a. a. O. S. 43—44.

3) Vergl. W. VOGEL, Die Pflugbau-Skythen und die Hackbau-Skythen, Festschrift EDUARD HAHN zum LX. Geburtstag dargebracht von Freunden und Schülern (Stuttgart 1917) S. 150—166.

4) Vergl. A. SCHULZ, Abstammung und Heimat des Roggens, a. a. O. S. 44 Anm. 1.

der Roggen aber erst im regnerischen Norden gefunden." Dieser Ansicht wiederspricht aber die Tatsache, daß der Roggen bereits zur Hallstattzeit in einem erheblichen Teile von Deutschland angebaut wurde[1]. Seine Stammform muß also lange vor der Hallstattzeit in Anbau genommen sein, zu einer Zeit, wo sicher noch keine Weizenausfuhr durch griechische Händler aus dem heutigen Südrußland nach den griechischen Küstenländern des ägäischen Meeres bestand.

Den Griechen scheint der Roggen erst wenige Jahrhunderte vor Christi Geburt, wahrscheinlich als Anbaupflanze der Thraker in der Umgebung der Propontis, bekannt geworden zu sein[2]. Aus dem Namen, den der Roggen im zweiten Jahrhundert nach Christi Geburt bei den Thrakern führte, sowie aus den baltisch-slawischen und verschiedenen ostfinnischen und türkischen Roggennamen geht hervor, daß die Thraker, wahrscheinlich ein den Litu-Slawen verwandtes Volk, ebenso wie slawische, ostfinnische und türkische Völker den Roggen von iranischen Skythen erhalten haben. Auch diese Ausbreitung des Roggens, die offenbar bedeutend später stattfand als die, durch welche der Roggen zu den Trägern der Hallstattkultur in Deutschland gelangte — die **Germanen** haben den Roggen erst von einem slawischen Volke, wahrscheinlich von den Litauern in den letzten Jahrhunderten v. Chr. erhalten —, hat ihren Ausgang wohl nicht im südlichen Rußland, sondern im westlichen Zentralasien genommen.

1) Vergl. A. SCHULZ, a. a. O. S. 45—46.

2) Vergl. A. SCHULZ, Beiträge zur Kenntnis der Geschichte der Spelzweizen im Altertum. Abhandlgn. d. Naturf. Gesellschaft zu Halle a. d. S. N. F. Nr. 6 (Halle 1918). S. 12.

72. J. Grüß: Lithogene und normale Verkalkung.

(Mit Tafel IX.)

(Eingegangen am 30. Dezember 1919.)

Im ersten Teil dieser Arbeit[1]) wurden eingehend die Verkalkungen an Wurzeln beschrieben, die in den Sandgruben bei *Woltersdorf* vorkommen. Ähnliche Kalkbildungen wurden nun auch bei Stettin von Prof. HOFMANN aufgefunden, der mir eine kleine Sammlung solcher Objekte freundlichst zur Verfügung stellte. Als ich sie erhielt, sah ich sofort, daß es sich um Produkte handelte, die denen aus dem Woltersdorfer Fundort ganz ähnlich sind.

Die Länge der Stücke — an Zahl 12 — schwankt zwischen 1 und 6 cm. Sie sind unverzweigt und besitzen eine rauhe Oberfläche, in der man mit der Lupe scharf umrissene Poren bemerkt. Aus diesen entsprangen vor der Verkalkung vom Rhizom aus die Wurzelfäden, die nicht mitverkalkten. Nach einer Mitteilung von Prof. HOFMANN sind diese Kalkgebilde durch *Achillaea*rhizome erzeugt worden. Weitere Angaben habe ich nicht erhalten können.

Die Richtigkeit dieser Behauptung vorausgesetzt, würden diese Verkalkungen sehr wahrscheinlich nur rezente Bildungen darstellen. Die Dünnschliffe wurden in der gleichen Weise hergestellt, wie ich es für die Kalkwurzeln in der ersten Arbeit beschrieben habe.

Die anatomischen Verhältnisse, wie sie im Dünnschliff zu erkennen sind, widersprechen nicht denen des unverkalkten Rhizoms von *Achillaea millefolium*.

Das Gewebe erscheint im allgemeinen durch die Verkalkung stark verzerrt; besonders die Zellen der Rinde haben eine sehr zusammengedrückte Form. Die Phellogenschicht ist trotz der Kalkeinlagerung deutlich zu erkennen (Fig. 1), und auch im Xylemteil sind einzelne Gefäße mit ihren Wandeinschnitten oder Wandversteifungen noch immerhin zu unterscheiden (Fig. 2). In der Rinde befinden sich rundliche Höhlungen mit großlumigen Zellen angefüllt, deren Inhalt gelblich und stark lichtbrechend ist. Diese anatomischen Differenzierungen lassen sich zwanglos als Öldrüsen deuten, die auch in ähnlicher Ausbildung in *Achillaea*rhizom vorkommen (Fig. 3).

1) S. Die Kalkwurzeln von Woltersdorf. D. Ber. 1916. XXXIV. Heft 7.

Der axile Markzylinder enthält großlumige Zellen, die fast ganz verkalkt sind; die Mitte nimmt eine mehr oder weniger ausgedehnte Höhlung ein.

Durch das ganze Gewebe hin sind Sklerotien holzbewohnender Pilze zerstreut. Diese werden die Enzyme geliefert haben, die zur Auflösung der Zellhäute vor der Gewebeverkalkung nötig sind, und um eine solche handelt es sich in diesem Falle ganz zweifellos.

Wie bei den Woltersdorfern Kalkwurzeln wird auch das Stettiner *Achillaea*rhizom von einem Kalkmantel umschlossen, der Sandkörnchen enthält, und so wird auch hier ein Behälter geschaffen, der die sezernierte Enzymlösung zusammenhält, die in Folge von Wasserverdunstung noch konzentriert werden kann.

Die Zellwände bestehen nach der Verkalkung aus kleinen Einzelkriställchen. Der Zellinhalt verkalkt, indem sich durch einen Fällungsprozeß die Calciumkarbonatteilchen niederschlagen und dann die Plasmareste als dunkle Körperchen einschließen. Mitunter kann es hierbei vorkommen, daß sich die Kriställchen konzentrisch um einen Punkt herumlagern (s. a. in Fig. 3), oder aber die Kriställchen wachsen durch Apposition zu einem größeren Einzelkristall heran, der dann das Lumen ausfüllt und ebenfalls die Plasmareste als kleine dunkle Körperchen enthält.

Bei der Verkalkung der Öldrüsen scheint noch irgend ein chemischer Vorgang mitzuspielen, denn die Zellen sind mit einer gelblichen, stark lichtbrechenden Substanz angefüllt. Möglicherweise wird in ihnen die Fällung durch Ölsäure oder durch eine andere Fettsäure bewirkt.

Das vorhandene Material gewährt uns einen Einblick darin, wie die Verkalkung ganz allgemein an vegetabilischen Objekten vor sich geht. Zunächst schlägt sich der Kalk an der Oberfläche der Oberjekte nieder, ähnlich so wie an Gegenständen im Wasser des Karlsbader Sprudels. Mit dem eingelagerten Sand bildet der Kalk einen umhüllenden festen Mantel, in welchem die Enzymlösungen zirkulieren, die von den auf solchen abgestorbenen Pflanzenteilen stets vorkommenden Pilzen herrühren.

An Stelle der aufgelösten Zellwände scheidet sich der Kalk in sehr kleinen, unregelmäßig liegenden Kristallen ab.

Der Zellinhalt verkalkt entweder in der gleichen Weise durch Auskristallisieren kleiner Kalkspathrhomboeder oder durch Fällung andersartiger Niederschläge; dabei sind beteiligt: Oxalsäure, Fettsäuren, Gerbsäuren und Proteinstoffe von verschiedener Art.

Die normale Verkalkung.

Der normale Verkalkungsprozeß setzt im Organismus ein zur Schaffung eines Skeletts, zur Festigung und Versteifung gewisser Organe, entsprechend ihrer Funktion und schließlich zur Herstellung von Schutzvorrichtungen mannigfacher Art. Bei diesen Vorgängen wird der Kalk von den Zellen nach außen hin abgeschieden, schließt sie aber naturgemäß nicht völlig ab. So gelangt z. B. bei der Knochenbildung der Kalk in der hyalinen Interzellularsubstanz zur Ablagerung, wobei die Haarkanälchen die Zirkulation der Säfte zwischen den Zellen aufrechterhalten.

Im Innern der lebenden Zelle wird der kohlensaure Kalk in Form von Cystolithen abgeschieden, so z. B. bei Moreen und Acanthaceen. Viel häufiger setzt sich der Kalk auf der Oberfläche vieler in Wasser flutenden Pflanzen ab, z. B. auf *Chara*, *Potamogeton*, *Ricciella* u. a. Wenn so die Characeen in größerer Menge verkalken und absterben, lagern sie ganze Schichten von rezentem Süßwasserkalk ab[1]).

In den Cystolithen gelangt der Kalk im Innern der Zelle zur Abscheidung; ihr Bau und ihre Entwicklungsgeschichte sind durch viele Arbeiten hinlänglich und eingehend aufgeklärt, so daß wohl nur noch wenige Fragen zur Erörterung offen bleiben.

Anders verhält es sich mit dem Bau der Zellhäute bei den Kalkalgen, so z. B. bei den Corallineen, Melobesiaceen, bei einzelnen Arten von *Halymeda* und bei *Acetabularia*. Über die normale Kalkeinlagerung dieser Organismen finden sich Angaben in OLTMANNS Werk: Morphologie und Biologie der Algen. 1904. Bd. I. p. 554.

Eine merkwürdige Erscheinung bei der normalen Verkalkung beobachtete BERTHOLD[2]), daß nämlich bei den Corallineen die Ausbildung der Kalkhülle von der Belichtung abhängt. Bei günstigem Lichtgenuß ist die Ausscheidung von Kalk stärker und ausgiebiger, bei Lichtmangel dagegen geringer: im Schatten kann z. B. *Acetabularia* ganz kalkfrei bleiben.

Ferner zeigte MEIGEN[3]), daß neben Kalkspath auch vielfach Arragonit in den Kalkalgen abgelagert wird, und HÖGBOM[4]) fand,

---

1) S. KERNER V. MARILAUN. Pflanzenleben Bd. 1, p. 289.

2) G. BERTHOLD, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen. PRINGSH. Jahrb. 1882. 13. p. 710.

3) W. MEIGEN, Beiträge zur Kenntnis des kohlensauren Kalkes. Habilitationsschrift. Freiburg. 1902.

4) A. HÖGBOM, Über Dolomitbildung und dolomitische Kalkalgen. Neues Jahrb. für Min. Geol. und Palaeont. 1894. 1. p. 262.

in den Inkrustationen außerdem noch Magnesiumkarbonat. So z. B. enthielten *Lithothamnium*arten auf Bermudas an 12,4 % $MgCO_3$.

Für die Untersuchung der Frage, wie der Kalk in normaler Weise in die Zellhaut eingelagert wird, standen mir nur zwei Arten *Corallina*, *Lithothamnium polymorphum* und *Galaxaura monilifera* Kjell. u. Asken. zur Verfügung. Diese Art sowie das *Lithothamnium* wurden am Strand bei Bodö gesammelt, die *Corallina*arten bei Helgoland.

Von *Lithothamnium* lassen sich Dünnschliffe nach bekannter Methode sehr leicht anfertigen; nur darf man nicht unterlassen, den letzten Schliff des Präparates ohne Smirgel im Wasserstrom unter der Leitung auf der Mattscheibe zu Ende zu führen, da man sonst abgeriebene Teilchen unter das Deckglas bekommt. Viel schwieriger gestaltet sich die Herstellung eines Präparates von *Corallina* und *Galaxaura*. Die Stielglieder werden zunächst in Alkohol völlig entwässert, worauf dieser durch Äther ersetzt wird. Darin erwärmt man die Objekte möglichst lange, um aus ihnen etwaige Luftblasen auszutreiben. Schließlich gibt man zu dem Äther mehr und mehr Kanadabalsam, von dem man an der Luft den Äther allmählich abdunsten läßt. Ist die Masse fest geworden, so wird sie evtl. unter weiterem Zusatz von Kanadabalsam vorsichtig eingeschmolzen, wobei man ein Übererhitzen zu vermeiden hat, das sich durch starkes Aufschäumen oder Schwärzung anzeigen würde. Das Erhitzen hat man einzustellen, wenn eine mit einem Stäbchen herausgenommene Probe fadenziehend wird und dabei schnell erhärtet. Bevor die Masse fest wird, verteilt man sie in kleine Formen aus Ölpapier. Nach dem ersten Anschleifen untersucht man mit einer Lupe, ob sich in der Schlifffläche auch Quer- und Längsschnitte befinden. Durch weiteres Schleifen mit einseitigem Druck lassen sich die schiefen Schnittflächen ausrichten.

Die Stücke werden nun nach dem gewöhnlichen Verfahren weiter behandelt, also auf dem Objektträger aufgeklebt und unter Anwendung von feinem Smirgel dünn geschliffen. Man verschließt das Präparat mit Kanadabalsam, ohne zu erhitzen.

Um zunächst das Zellulosegerüst des Algenkörpers zu erhalten, wählen wir ein Präparat mit einem vollständigen Längsschnitt aus, der mit verdünnter Salzsäure entkalkt wird. Hierbei bemerkt man, daß die Gelenkzellen völlig kalkfrei sind. Nach dem Abspülen der Säure setzt man eine Lösung vor $ZnCl_2 + J$ hinzu, wodurch sich das ganze Gewebe blauviolett färbt, also aus Zellulose besteht. Eine Differenzierung macht sich bemerkbar, wenn man zu einem zweiten entkalten Präparat Kongorotlösung hinzufügt: dadurch

färben sich die langgestreckten Gelenkzellen überhaupt nicht, während die Gliederzellen den Farbstoff leicht annehmen. Daraus folgt, daß die Zellulose der Gelenkzellen den Charakter einer Säure besitzt, und daß die der Gliederzellen von basischer Art ist. In diesen Eigenschaften liegt wahrscheinlich der Grund, daß der Kalk in die Zellhäute der Gelenkzellen nicht eingelagert wird.

Die normale Verkalkung geht bei den Corallineen, bei *Lithothamnium*, überhaupt bei allen Kalkalgen in der Weise vor sich, daß winzig kleine Kalkkriställchen nicht lückenlos der Zellwand eingelagert werden. Sie verschmelzen wohl miteinander, aber bilden ein von vielen einfachen oder verzweigten Kanälen durchzogenes schwammförmiges Gerüst. Es gelang mir, dies in Fig. 4 mit dem Immersionssystem im polarisierten Licht zur Darstellung zu bringen. Das Präparat entstammt einer bei Bodö gefundenen *Galaxaura* mit kurzen Stielgliedern, die seitlich von einem schmalen, flügelartig hervorspringenden Hautsaum umrandet sind. Unter dem Mikroskop lassen sich die Porenkanälchen deutlich verfolgen, da die Kriställchen auf dunklem Grunde hell aufleuchten und scharf umschrieben sind. Man sieht, wie die Kanälchen vielfach anastomosieren. Ferner läßt sich leicht erkennen, daß in den Querwänden, die parallel zur Oberfläche gelagert sind, viel weniger Kalkteilchen eingelagert sind. Diese fehlen sogar in den Querwänden der jüngeren Zellen vollständig. Da dieselben reihenweis in Trajektorien aneinanderschließen, machen sie gewissermaßen den Eindruck von Siebröhren. Durch diese Einrichtung wird, wie wohl ohne weiteres ersichtlich ist, die Zirkulation der Säfte bedeutend erleichtert.

Die Kalkkriställchen sind meist sehr klein, nur ausnahmsweise werden sie etwas größer, und nach dieser Hinsicht fand sich unter den Präparaten ein Schliff, der die Beantwortnng der Frage zuließ, ob die kristallographische Hauptachse der Kristalle eine gewisse Richtung innehält. In Fig. 5 — gezeichnet mit dem System Zeiß E im polarisierten Licht — sehen wir einen Querschnitt der Zellen. Daran läßt sich leicht beobachten, daß die Hauptachsen der Kristalle senkrecht zur Längsachse der Zelle und radiär in der Zellwand gelagert sind. Abweichungen von der orthogonalen Richtung kommen vor; sie sind wohl durch Verschiebung der Kristalle infolge von mechanischem Druck bei der Einlagerung entstanden.

In den übrigen Präparaten erschienen trotz der starken Vergrößerung die Kalkteilchen nur als sehr kleine eckige Körperchen, an denen mit Sicherheit eine kristallographische Hauptachse nicht

zu erkennen war (Fig. 4a u. b). Doch ist zu vermuten, daß die Anlage derselben stets oder doch vorzugsweise radiär in der Zellwand erfolgt, denn in einzelnen Querwänden, in denen die Kriställchen sich nadelförmig ausgebildet hatten, waren diese stets senkrecht zum Querdurchmesser der Zelle eingelagert. Wahrscheinlich dürfte der Flüssigkeitsstrom, der von Zelle zu Zelle hauptsächlich durch die weniger verkalkten Querwände erfolgt, eine richtende Wirkung bei der Anlage der Kristalle ausüben.

Die lithogene Verkalkung.

Die basalen Glieder der Algenstämmchen werden von Detritus umhüllt, dessen Teilchen miteinander verschmelzen. Gleichzeitig *schlägt sich außen auf der Oberhaut noch nachträglich* der Kalk in feinkörnigen Kristallen nieder. Dadurch wird allmählich ein Kalkmantel gebildet, in welchem die Algenzellen zum Absterben gebracht werden, und in dem dann ein Nährboden für Bakterien aller Art geschaffen ist. Tatsächlich fand ich auch in den Spalten und Poren der untersuchten Kalkstücke noch Kokken und fadenförmige Spaltpilze. Diese werden dann besonders in den umhüllenden Kalkmänteln weiter wuchern, und so werden auch hier, wie in den Kalkwurzeln ähnliche Verhältnisse geschaffen. Durch die von diesen miteingeschlossenen Pilzen abgeschiedenen Cytasen wird die in dem Algengewebe noch vorhandene Zellulose gelöst. Infolgedessen konnten die schon normal eingelagerten Kriställchen anwachsen oder neue auskristallisieren. Die Poren wurden somit angefüllt, die Zellwand ging vollständig in Kalk über. Bei dieser neuen sekundären Einlagerung nahmen die Kriställchen keine bevorzugte Richtung ein, vielmehr gleicht nun der Vorgang ganz dem der Gewebverkalkung in den Kalkwurzeln.

Von der Zellwand aus greift die Verkalkung auf den Zellinhalt über. Entweder wird dieser ganz mit Kalkspathkristallen ausgefüllt (S. z in Fig. 6) oder von dem Plasma bleibt ein Rest übrig, der durch eine Art Karbonisierungsprozeß infolge der Einwirkung von Pilzsekreten in Huminsubstanz übergegangen ist (S. z in Fig. 7). Diese Verkalkung verläuft vorzugsweise zentripetal, wodurch feste Röhrchen entstehen. Ihre äußere Schicht ist der Kalkmantel, der zuerst den Algenkörper einhüllte.

Zwischen den Corallineen fanden sich noch andere Algen von konfervoidem oder strauchartigem Habitus — vielleicht Ectocarpeen, *Bangia* u. a. —, die also normal nicht verkalken. Bei diesen fadenförmigen Algen, deren Thallus eine oder mehrere Zellreihen bildete, beginnt die lithogene Verkalkung gleichfalls damit, daß sich auf

der Oberfläche der Stämmchen erst vereinzelt, dann mehr und mehr Kalkkriställchen absetzen. Diese verwachsen miteinander und bilden einen röhrenförmigen Kalkmantel, ähnlich so, wie es im Süßwasserkalk bei Characeen[1]) vorkommt. Die Algen zerbrechen nun, fallen zu Boden und werden von Detritus umhüllt.

Um die weitere Veränderung dieser Kalkröhrchen, die im Helgoländer submarinen Kalk in großer Menge vorkommen, zu verfolgen, wurden Stücke dieser Kalkablagerung, auf der jene Algen gewachsen waren, nach Behandlung mit Kanadabalsam geschliffen, so wie ich es für die Stielglieder von *Corallina* angegeben habe. Auf dem Schliff wurden die noch unverkalkten organischen Überreste mit Methylenblau gefärbt.

Viele der Röhrchen waren ganz leer oder nur zum Teil mit Kalkspathkristallen angefüllt. Andere enthielten noch färbbare organische Substanz, in der die Zellhäute undeutlich zu erkennen waren. Meist lag der zusammengeschrumpfte Algenkörper der einen Seite des Kalkröhrchens an, der übrige Teil der Höhlung enthielt mehr oder weniger Kalkrhomboeder (Fig. 8b, z = Zellhäute). Es kamen jedoch auch Röhrchen besonders von *Corallina* vor, die ganz mit verkalktem Algengewebe angefüllt waren; in ihnen ließen sich noch die einzelnen Zellen unterscheiden (Fig. 8a einen Querschliff).

In den meisten Fällen enthielten die Röhrchen eine dichte Masse von kristallinischem Kalk, in dem viele Huminkörperchen, die karbonisierten Überreste der Zellinhalte, vorkamen (Fig. 7 einen Längsschliff, m Kalkmantel, z verkalkte Zellen).

Schließlich fand sich noch eingebettet in Detritus ein verkalkter Algenfaden mit ziemlich großen Zellen; der Kalkmantel hatte sich nur einseitig entwickelt, zwischen den Zellen waren die Überreste der Zellwände zu unterscheiden und die Lumina waren völlig mit Kalkspat angefüllt (Fig. 6, m Kalkmantel, z eine Zelle).

Hier nicht unerwähnt lassen möchte ich Beobachtungen, die ich über den Kalksinter der Berliner Wasserleitung machte. Die Kalkgebilde hingen wie Eiszapfen von der Decke der Gewölbe herab, die sich über den Filteranlagen befinden. Die schön drusenartig auskristallisierten Kalkablagerungen enthielten nur ganz vereinzelt Algen, die nicht verkalkt waren. Zu diesen Kalksinterschichten hatten auch *Carex*rhizome, (*C. arenosa*) ihren Weg genommen und waren, von Kalk umhüllt, teils lebend, teils abgestorben. In einigen Gefäßen von diesen fing der Kalk an auszukristallisieren.

1) KERNER V. MARILAUN l. c.

Dagegen kamen völlige Zell- oder auch nur Zellwandverkalkungen in ihnen nicht vor, denn es dürften wohl die dazu notwendigen Bakterien nur gelegentlich in dem Kalksinter zugegen sein, da das Wasser durch eine über 2 m dicke Sandschicht filtriert wird, bevor es abtröpfelt.

Bei längerer Dauer würden also wohl die Gefäße der abgestorbenen Rhizome gänzlich mit kristallinischem Kalk ausgefüllt und die Oberfläche mit einem Kalkmantel umkleidet. Dieser Vorgang verläuft so, wie die Verkalkung der vegetabilischen Objekte im Karlsbader Sprudel: es ist eine unvollkommene Verkalkung.

Bei der fossilen, im Rhät vorkommenden *Diplopora annulata* bestehen die Kalkröhrchen aus ziemlich reinen Rhomboedern. Der Inhalt der Röhren ist aus kristallinischem Kalk zusammengesetzt, der viele kleinkörnige Huminkörperchen enthält, ähnlich wie in Fig. 7. Dies sind die metamorphosierten plasmatischen Überreste: sie hemmen die Lösung des Kalks durch Salzsäure, während der aus reineren Kristallen bestehende Mantel sich viel leichter löst.

In früheren Erdepochen müssen in den Meeren für die Ablagerung submariner Kalkschichten die damaligen Algen eine ähnliche Bedeutung gehabt haben, wie die der Jetztzeit. Dafür ließen sich Belege aus dem Rhät beibringen. Unterhalb Partenkirchen an der Loisach liegen als sogenannte „Partnachschichten“ Kalkbänke, die mit dünnen Kohlenschichten durchsetzt sind.

Die Untersuchung der Dünnschliffe dieser eingesprengten, dünnblättrigen Kohle lehrte, daß es sich um Algenreste handle; denn teilweise waren noch Zellstrukturen und Zellwände in karbonisiertem Zustande zu erkennen. An anderen Stellen lösten sich die Massen unter dem Mikroskop in größere oder kleinere Huminkugeln auf. Der Thallus dieser Algen muß blattartig und dünn gewesen sein, etwa so wie bei unseren Laminarien oder *Fucus*arten. In einem der Präparate fand sich eine *Foraminifere*.

Den interessantesten Fund bilden jedoch völlig verkalkte Algenstämmchen, die mit denen der Helgoländer submarinen rezenten Kalkschicht auffallend übereinstimmen (vgl. die Fig. 7, 8 und 10). In Fig. 10 ist ein Querschnitt dargestellt, in dem sich von dem Inhalt noch undeutlich der Kalkmantel abhebt. Die Zellen sind ganz verkalkt, der restierende Inhalt ist karbonisiert. Dieser verkalkte Algenkörper gleicht ganz dem einer in Fig. 7 dargestellten rezenten Alge. In beiden sind die Zellwände durch Kalk ersetzt. Trotz ihrer großen Ähnlichkeit im Aufbau können die beiden Algen doch sehr verschiedenen Stämmen des Systems angehören.

Unterbrochene Verkalkung.

Die völlige Gewebeverkalkung kann nur mit Hilfe von Pilzsekreten vor sich gehen, so daß sich an Stelle der abgebauten Zellwand kryptokristallinischer Kalk niederzuschlagen vermag. Beide Vorgänge müssen aufeinander eingestellt sein, denn erfolgt die Lösung der Zellwände zu schnell oder die Auskristallisierung zu langsam, so entstehen Hohlräume, die später allmählich mit Kalkspat ausgefüllt werden können. Auf derartigen Dünnschliffen erhält man ein nicht lückenlos zusammenhängendes Gewebe oder ganze Hohldrucke, in denen, wenn sie später ausgefüllt werden, die Steinkerne oder die sogen. „Versteinerungen" entstehen.

Als ein für diese Fragen sehr günstiges Material erwies sich ein Kalktuff aus Klingen in Thür., den mir H. Prof. KOLKWITZ freundlichst zugestellt hatte. Die Masse war mit Kalkröhrchen dicht durchsetzt, von denen z. B. eins einen Durchmesser von 3 bis 3,5 mm und eine Länge von 5 cm hatte. Doch dürften die Dimensionen noch anders ausfallen, wenn die Messung nicht an einem Bruchstück ausgeführt worden wäre. In einem der Röhrchen fand ich einen kleinen Überrest von einem monokotyledonischen Gefäßbündel — wahrscheinlich von einer *Inneus*art — in Verbindung mit fadenförmigen Bakterien (*Cladothrix?*).

Die Kalkröhrchen sind nach diesem Befund die gleichen Kalkmäntel, wie sie KERNER V. MARILAUN für die Characeen beschreibt und wie die, welche in den rezenten Kalkschichten des Helgoländer Meeresbodens vorkommen. Die meisten waren leer, Einzelne enthielten verkalktes Gewebe, allem Anschein nach von Inncus. Doch erstreckte sich diese Verkalkung nicht durch den ganzen Raum des Röhrchens, sondern nur durch geringe Teile. Diese Befunde sprechen dafür, daß die Pilzwirkung im Verhältnis zur Auskristallisierung des Kalkes übermäßig schnell erfolgte.

Experimentell ließ sich zeigen, daß sich in den Bruchstücken dieses Kalktuffes, selbst nachdem sie längere Zeit (1—2 Monate) trocken gelagert hatten, immer noch wirksame Pilze entwickelten. Die Methode, die ich an anderer Stelle[1]) näher beschrieben habe, beruht darauf, daß von Pilzen, wenn sie in Gegenwart von Schwefel und Zellulose Schwefelwasserstoff entwickeln, dies nur dadurch bewirkt werden kann, daß von ihnen eine Zytase oder Zellulase abgesondert wird, durch welche die Zellulose verzuckert wird.

---

1) S. E. ABDERHALDEN, Handbuch der Biochemischen Arbeitsmethoden. 2. z. Z. noch nicht erschienene Ausgabe. Abt. IV. Methoden zur Erkennung der Zytase.

Versuch: In einem Kolben wurden etwa 50 g feinpulverisierten Kalktuffes mit ebensoviel Wasser, 2 g sterilisierte Sägespäne und 2 g Schwefel möglichst gut miteinander vermengt. Es entwickelte sich allmählig, aber fortgesetzt Schwefelwasserstoff, der durch ein in den Hals des Kolbens hineingehängtes Bleipapier aufgefangen wurde.

In einem Parallelversuch wurde zu der Mischung etwas Glykose zugesetzt, wodurch sofort große Mengen von Schwefelwasserstoff erzeugt wurden.

Zur Untersuchung auf anaerobe zelluloseangreifende Bakterien wurden 5—10 g Kalktuff mit der gleichen Menge Schwefel und Holzspäne in 50 ccm Nährlösung gegeben, die auf 100 Wasser 0,1 % $(NH_4)_2SO_4$ — 0,5 % $MgSO_4$ — 0,025 % K_3PO_4 eine Spur NaCl und NH_4Cl enthielt. Nach dem Durchschütteln wurde die Flüssigkeit 2 cm hoch mit flüssigem Paraffin überschichtet. Auch hierdurch stieg Schwefelwasserstoff auf, der das darüberhängende Bleipapier schwärzte.

Nach diesem Ergebnis zu urteilen, müssen mit frisch gebrochenem Material bedeutende Mengen von Schwefelwasserstoff frei werden, und dementsprechend sind in dem Kalktuff reichlich aerobe und anaerobe Bakterien oder andere zelluloselösende Pilze vorhanden, wie dies ja auch die mikroskopische Untersuchung bestätigte.

Ganz anders verhielt sich ein Süßwasserkalk, der hinter Potsdam in der Havel gefunden wird. Da dieser eine leicht zerreibliche Masse bildet, mußte er in eine Lösung von Kanadabalsam gelegt und dann in dieses Harz eingeschmolzen werden.

Der Kalk enthielt reichlich die Schalen einer *Bithynia*, ferner organische, mit Methylenblau färbbare Substanzen, die zum Teil noch als Überreste von Blattgewebe, zum Teil als Pilzfäden zu erkennen waren. Interessant war darin das Vorkommen völlig verkalkter Algen. Von diesen sind in Fig. 12 (rechts) einige Stücke einer Fadenalge im polarisierten Licht wiedergegeben. In ihnen sieht man deutlich die einzelnen mit Kalkspath angefüllten Zellen sich abheben.

Auf der linken Seite sind einige der zahlreich vorkommenden Kugelalgen abgebildet. Sie erscheinen in allen Stadien der Verkalkung: Die Zellhaut ist entweder vorhanden, oder durch eine schalenförmige Kalkhülle ersetzt. Der Inhalt ist dunkelgelblich bis rötlichbraun, entweder feinkörnig, oder er enthält ein kugelförmiges Konkrement, in anderen Fällen auch mehrere.

Andere dieser Algen, die völlig verkalkt sind, zeigen den ehemaligen Inhalt nur durch eine gelbliche Färbung an.

Daß es sich um Algen und nicht um andersartige organische Zerfallstücke handelt, wird am besten dadurch bewiesen, daß sich Zellen im Teilungszustand auffinden ließen (Fig. 12, links unten).

Auch bei dieser Algenverkalkung müssen zelluloselösende Fermente mitwirken. Die Energie derselben muß ferner in einem gewissen Verhältnis zu der Auskrystallisation des Kalkes stehen. Wird jene übermäßig stark, so entstehen Hohldrucke wie in dem Klingener Kalktuff. In dem Süßwasserkalk der Havel ist eine solche Wirkung wegen der erleichterten Diffusion, da die Masse von Wasser überströmt wird, nicht anzunehmen.

Andererseits darf die Fällung des Calciumkarbonats nicht zu gering werden. Sie hängt ab von der Verdunstung, vom Kohlensäuregehalt des Wassers und damit von Luftdruck und Temperatur. So könnte man z. B. die Beobachtung BERTHOLDs von kalkfreien, im Schatten wachsender Acetabularien dadurch erklären, daß an diesen Orten infolge geringerer Assimilation das Wasser einen höheren Kohlensäuregehalt besitzt, wodurch der Kalk leichter in Lösung geht.

Ein Versuch, um festzustellen, wie die Fermenteinwirkung während der Ausfällung von Kalk vor sich geht, wurde folgendermaßen ausgeführt: Zu 50 g fein zerriebener Kalkwurzeln wurde ebensoviel Wasser mit einer Anzahl dünner Radialschnitte aus Kiefernholz gegeben. Nach Durchleiten von Kohlensäure wurde der Hals des Kolbens mit Watte verschlossen. Die Schnitte waren nach dreimonatlicher Einwirkung der Pilzenzyme stark korrodiert und gleichzeitig dicht bedeckt mit kleinen Kalkkrystallen, so daß erst nach Lösung derselben die Korrosionen aufzufinden waren. Es besteht also kein Zweifel, daß bei längerer Versuchsdauer die Holzschnitte gänzlich verkalken würden, und in ihren Dünnschliffen würde man dann die nunmehr aus Kalk bestehenden Tracheidenzellwände zu erkennen vermögen.

Schließlich sei noch erwähnt, daß man verkalktes Gewebe noch im Carbon antreffen kann. So z. B. ließen sich in einem Schliff durch ein Equisetites aus dem Waldenburger Carbon deutlich die verkalkten Hartbastbündel erkennen.

Resultate.

1. Bei der Halbverkalkung werden in kalkreichen Wässern die vegetabilischen Objekte mit einem Kalkmantel umhüllt; innere Höhlungen, Gefäße, Tracheiden, Drüsenhohlräume usw. werden mit kristallinischem Kalk ausgefüllt.

2. Bei der Ganzverkalkung wird das Gewebe durch Pilzfermente gelöst und durch Kalk ersetzt. Von der Zellwand aus wird das Lumen ausgefüllt, wobei von der organischen Substanz meist ein Rest in karbonisiertem Zustande übrig bleibt.

3. Bei dieser Verkalkung, die man lithogen oder steinkernbildend nennen kann, werden die Krystalle regellos ausgeschieden, und keine Richtung wird bevorzugt.

4. Die normale Verkalkung gewisser Algen (Corallinaceen, *Lithothamnium*, Melobesiaceen, *Halymeda* u. a.) besteht darin, daß Kalkkryställchen in die Zellwand eingelagert werden und miteinander zu einem schwammförmigen Gerüst verschmelzen. Die Hauptachse der Krystalle ist radial gerichtet, und in den parallel zur Oberhaut liegenden Querwänden wird weniger Kalk abgelagert.

5. Die Kohle in den Partnachschichten entstammt Algen mit blattartigem Thallus. Außerdem kommen darin die Überreste von Algen vor, deren Habitus strauch- oder fadenförmig ist. Ihr Stammquerschnitt ist mehrzellig, und das Gewebe ist völlig verkalkt.

6. In Kalktuff können vegetabilische Objekte durch Pilze gänzlich zerstört werden, ohne daß ihr Gewebe verkalkt, wodurch Hohldrucke entstehen, die später Veranlassung zur Bildung von Steinkernen geben.

Die kleine Sammlung verkalkter *Achillaea*rhizome, die Prof. HOFMANN-Stettin gefunden hat, ist dem Botanischen Museum zu Dahlem überwiesen worden. Für Überlassung von Material (Kalkalgen und Kalktuff) spreche ich noch Herrn Prof. KOLKWITZ meinen besten Dank aus.

Erklärung der Tafel IX.

Fig. 1. Dünnschliff eines verkalkten *Achillaea*rhizoms, quer durch die Phellogenschicht der Rinde.

Fig. 2. Wie vorher. 2 verkalkte Gefäße im Längsschnitt.

Fig. 3. Wie vorher. Schliff durch eine mehrzellige verkalkte Öldrüse. Im Innern der Hohlraum H, in der Zelle a eine konzentrische Ablagerung kristallinischen Kalkes.

Fig. 4a. Längsschliff durch das Stengelglied einer bei Bodö gefundenen *Galaxaura*. Vergr. 1000—1200fach mit dem Immersionssystem und gezeichnet in polarisiertem Licht.

Fig. 4b. Wie vorher. Der Schliff wurde durch eine jüngere Partie am Rande gemacht. Die tangential gelagerten Querwände erscheinen dunkel, da in ihnen noch kein Kalk abgelagert ist.

Fig. 5. Präparat einer bei Helgoland gefundenen *Corallina*. Querschliff durch ein Stengelglied. Die Hauptachse der Kalkspathe ist radial gelagert. Vergr. mit ZEISS System E in polarisiertem Licht.

Fig. 6. Eine verkalkte Fadenalge, in submarinem, rezenten Kalk eingebettet. m = der halbseitig ausgebildete Kalkmantel.

Fig. 7. Längsschliff durch ein Kalkröhrchen aus submarinem, rezenten Kalk. Der Inhalt ist völlig verkalktes Zellgewebe eines Algenthallus. Vergr. 800 fach

Fig. 8a. Wie vorher. Querschliff.

Fig. 8b. Wie vorher. z = zusammengeschrumpfte, noch mit Methylenblau färbbare Zellsubstanz H = Hohlraum, in den von unten Kalkspathe hineinkristallisieren. Vergr. 800 fach.

Fig. 9. Halbverkalkung im Gefäßbündel eines *Carex*rhizoms, das sich im Kalksinter der Berliner Wasserleitung befand. Vergr. 300 fach.

Fig. 10. Querschliff durch ein Kalkröhrchen, enthaltend das völlig verkalkte Zellgewebe eines Algenstämmchens wie in Fig. 8a. Das Objekt stammt aus dem kohlehaltigen Partnachkalk, gefunden unterhalb Partenkirchen am linken Loisachufer. Vergr. 400 fach.

Fig. 11. Wie vorher. Längsschliff. Vergr. 400 fach.

Fig. 12. Dünnschliff durch einen Süßwasserkalk, der in der Havel hinter Potsdam gefunden wurde; enthält völlig verkalkte Fadenalgen (rechts). Auf der linken Seite Kugelalgen mit verkalkter Membran, entstammen aber einem anderen Präparat. Gezeichnet in polarisiertem Licht. Vergr. 800 fach.

Bericht

über die

am 4. August 1919 im Hörsaal der Forstakademie zu Hann.-Münden abgehaltene

dreiunddreißigste Generalversammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Nachdem die Einladung zur Generalversammlung satzungsgemäß in den „Berichten“ veröffentlicht worden war, wurde den Mitgliedern eine gemeinsame Tagesordnung der drei botanischen Gesellschaften zugesandt, aus deren Reichhaltigkeit hervorging, daß man sich trotz der Not der Zeit einen lebhaften Besuch Hann.-Mündens versprach. Die Erwartungen wurden denn auch nicht enttäuscht; es fanden sich zahlreiche Mitglieder schon am Begrüßungsabend am Sonntag, den 3. August ein, die Dank der Fürsorge des Herrn Prof. HANNIG in den Gasthöfen der Stadt untergebracht und verpflegt werden konnten.

In die Teilnehmerliste hatten sich eingetragen:

G. BERTHOLD-Göttingen.
G. BREDEMANN-Berlin.
C. BRICK-Hamburg.
J. BUCHWALD-Berlin.
J. BUDER-Leipzig.
L. DIELS-Berlin.
W. DÖRRIES-Berlin.
F. DUYSEN-Berlin.
A. ENGLER-Berlin.
F. FALCK-Hann.-Münden.
H. FISCHER-Essen a. d. R.
G. FUNK-Gießen.
E. GILG-Berlin.
E. HANNIG-Hann.-Münden
H. HARMS-Berlin.
H. HINNEBERG-Altona.
E. JAHN-Berlin.
E. LEICK, Greifswald.
P. LINDNER-Berlin.
K. LUDWIGS-Berlin.
J. MATTFELD-Berlin.
H. MIEHE-Berlin.
M. MÜCKE-Erfurt.
K. MÜLLER-Augustenberg.
A. NAUMANN-Dresden.
F. NEGER-Tharandt.
L. PETERS-Berlin.
R. PILGER-Berlin.
M. PLAUT-Bernburg.
E. PRITZEL-Berlin.
A. SCHULZ-Halle a. S.
H. SCHULZ-Cassel.
R. SEELIGER-Berlin.
J. SIMON-Dresden.
G. TISCHLER-Hohenheim.
A. VOIGT-Hamburg.
W. WÄCHTER-Berlin.

Als Gäste nahmen an der Sitzung Teil, die Herren:

BENARY-Erfurt, P. BRANSCHEIDT-Göttingen, BRUNNER-Hamburg, BUCHHOLZ-Hann.-Münden, M. ENGELMANN-Elberfeld, GREBE-Veckerhagen a. W., GROPENGIESSER-Leverkusen, HANNEMANN-Hann.-Münden, K. KELLNER-Göttingen, MICHAELIS-Hann.-Münden, NATERMANN-Hann.-Münden, A. SCHÄCKEL-Göttingen, SCHILLING-Hann.-Münden, J. THEEL-Berlin, WEHNERT-Kiel, WESTERMANN-Hann.-Münden, V. WIESE-Kl. Wanzleben, und die Damen:

J. BEYER-Hann.-Münden, N. BEYER-Hann.-Münden, EICHLER-Hann.-Münden, FALCK-Hann.-Münden, FISCHER-Essen a. d. R., MÜNCH-Hann.-Münden, M. MUTTRAY-Göttingen, J. WESTERDIJK, Amsterdam.

Einladungen zur Teilnahme an der Versammlung waren seitens der Gesellschaft an die Stadt Hann.-Münden, an die Akademie und an das Gymnasium ergangen. Als Vertreter der Akademie war Herr Oberforstmeister SCHILLING, als Vertreter der Stadt Herr Senator NATERMANN und als Vertreter des Gymnasiums Herr Direktor BUCHHOLZ erschienen.

Um $9^h 30'$ eröffnete der Präsident, Herr G. BERTHOLD, die Versammlung, begrüßte die anwesenden Mitglieder und Gäste, besonders die Herren der Akademie, der Stadtverwaltung und den Herrn Gymnasialdirektor und erteilte Herrn Oberforstmeister SCHILLING das Wort, der etwa folgendes ausführte: „Ich heiße Sie hier willkommen. Sie befinden sich nur in einer Akademie, aber seien Sie versichert, es wird hier Wissenschaft getrieben, wie auf der Universität. Zudem sind, was die eigentlich forstlichen Fächer betrifft, die beiden preußischen Akademien nach der Zahl der Forschungs- und Lehrkräfte erheblich reicher ausgestattet als die forstlichen Institute an Universitäten. Seit langer Zeit geht der Streit Akademie oder Universität. Für jede der beiden lassen sich gute Gründe anführen, so daß die Entscheidung überaus schwierig ist. Hier möchte ich nur auf einen zu gunsten der Akademien sprechenden hinweisen, das sind die Lehrreviere. Zur Forstwissenschaft gehört als Laboratorium und als jederzeit zugängliches Lehrobjekt der Wald. Deshalb hat man in Eberswalde und Münden je drei unmittelbar bis an die Tore der Stadt reichende Oberförstereien (Lehrreviere) in enge Verbindung mit den Akademien gebracht. Nur in administrativer Beziehung gehört ihr Betrieb den Bezirksregierungen, der technische Betrieb ist diesen genommen und untersteht dem Akademiedirektor als Oberforstmeister. Die Revierverwalter (Oberförster)

sind gleichzeitig Dozenten an der Akademie (für den Waldbetrieb entlastet durch forstliche Assistenten). So wird auf die einfachste Weise die Verbindung von Forschung und Lehre mit dem Walde gewährleistet, nicht nur für die rein forstlichen, sondern auch für die übrigen Disziplinen, Botanik, Agrikulturchemie, Zoologie usw. Das Lehrrevier ist zum wirklichen Laboratorium geworden, sein Betrieb wird den Anforderungen der Lehr- und Forschungstätigkeit entsprechend gestaltet, alle erforderlichen Versuche und Beobachtungen können hemmungslos angestellt, täglich kann draußen neue Anregung geschöpft werden. Auch den Studierenden ist der Wald mühe- und kostenlos jederzeit erreichbar. Selbst wenn der Wald zu einer Universität ebenso bequem erreichbar läge, es wäre aus auf Verwaltungsgebiete liegenden Gründen doch unmöglich, den technischen Betrieb in ihm so mit den Erfordernissen der Universität in Verbindung zu bringen, wie es hier geschieht. In diesen Lehrrevieren beruht die Stärke der Position der Akademie, und es ist nur zu wünschen, daß die Stelle, die einmal die Entscheidung zu treffen hat, diesem Punkte die gebührende Beachtung zu teil werden läßt."

Darauf übermittelte Herr HANNIG der Versammlung die Grüße des leider erkrankten Prof. BÜSGEN, als dessen Vertreter er die Anwesenden als Gäste im botanischen Institut der Akademie willkommen hieß, und dann kurz auf die Vorzüge eines botanischen Institutes an einer Forstakademie hinwies.

Der Präsident berichtete dann kurz über den Stand der Gesellschaft: die Mitgliederzahl sei von 614 zurzeit der letzten Generalversammlung auf 629 gestiegen, aber leider wären die finanziellen Verhältnisse der Gesellschaft recht traurige, worüber der Schatzmeister berichten würde. Da aber der Schatzmeister durch Krankheit am Erscheinen verhindert war, wurde vom Sekretär ein kurzer Bericht verlesen, aus dem hervorging, daß selbst bei Erhöhung des Jahresbeitrages auf 25 M. die Ausgaben für das einzelne Mitglied immer noch 42,42 M. jährlich betragen. Die Einzelheiten der Abrechnung sind aus der Anlage [S. (16)] zu ersehen. Dem Schatzmeister wird Entlastung erteilt vorbehaltlich der Zustimmung der Rechnungsprüfer nach Abschluß des Bandes.

Daranf gedenkt der Präsident der seit der letzten Generalversammlung verstorbenen Mitglieder; es sind dies unser Ehrenpräsident

SIMON SCHWENDENER-Berlin, gest. am 27. 5. 1919; unser *korrespondierendes Mitglied*

CASIMIR DE CANDOLLE-Genf, gest. am 3. 10. 1918, und

die ordentlichen Mitglieder:

V. ENGLER-Breslau, im Kriege gefallen am 14. 5. 1917.
J. HAGEN-Drontheim, gest. am 8. 6. 1917.
E. ROTH-Halle a. S., gest. am 5. 9. 1918.
E. KOEHNE-Berlin, gest. am 12. 10. 1918.
G. KLEBS-Heidelberg, gest. am 14. 10. 1918.
C. KRAUS-München, gest. am 16. 10. 1918.
FR. THOMAS-Ohrdruf, gest. am 19. 12. 1918.
W. RAATZ-Kl.-Wanzleben, gest. am 4. 3. 1919.
C. MIKOSCH-Brünn, gest. am 2. 5. 1919.

Die Anwesenden erhoben sich zu Ehren der Verstorbenen von ihren Plätzen.

Es folgt die Beratung über den Antrag des Berliner Vorstandes, den § 12 der Satzungen in folgender Weise abzuändern:

Der jährliche Beitrag beträgt für alle ordentlichen Mitglieder 25 M. Der Berliner Vorstand wird ermächtigt, bei weiterem Steigen der Kosten für die Berichte den Jahresbeitrag um höchstens 5 M., jedesmal für ein Jahr, zu erhöhen. Durch einmalige Zahlung von 200 M. wird die lebenslängliche Mitgliedschaft erworben. Der Vorstand hat den Umrechnungskurs für die Beiträge der ausländischen Mitglieder jährlich festzusetzen.

Der Präsident bemerkt, daß der Antrag ordnungsgemäß eingereicht und gemäß § 16 d der Geschäftsordnung rechtzeitig in den „Berichten“ veröffentlicht wurde. Die Ausschußmitglieder, deren Gutachten über den Antrag der Präsident verlas, sprechen sich im allgemeinen für den Antrag aus. Zu seiner Begründung erteilte der Präsident dem Vorsitzenden des Berliner Vorstandes, Herrn P. LINDNER, das Wort und bittet ihn, die Leitung der Diskussion zu übernehmen.

Nach einer lebhaften Aussprache, an der sich die Herren BRICK, VOIGT, HANNIG, AUG. SCHULZ und BUDER beteiligten, wird schließlich der § 12 in folgender Fassung einstimmig angenommen:

„Der jährliche Beitrag beträgt für alle ordentlichen Mitglieder 25 M. Der Berliner Vorstand wird ermächtigt, unter besonderen Umständen mit Einverständnis der Mitgliederversammlung (Generalversammlung), den Beitrag vorübergehend angemessen zu erhöhen. Durch einmalige Zahlung von 250 M. wird die lebenslängliche Mitgliedschaft erworben. — Der Vorstand hat den Umrechnungskurs für die Beiträge der ausländischen Mitglieder jährlich festzusetzen.“

Nach Annahme der Paragraphen beschloß die Versammlung für das Jahr 1920 den Mitgliedsbeitrag auf 30 M. festzusetzen.

Im Anschluß hieran wird die auf der Hamburger Versammlung beschlossene Einschränkung der Mitteilungen auf 8 Seiten usw. erörtert, mit dem Ergebnis, daß man es dem Takt der Redaktionskommission überlassen solle, die Grenzen der Zulässigkeit einer Arbeit zu bestimmen. An der Aussprache hatten sich die Herren H. FISCHER, A. SCHULZ, P. LINDNER, VOIGT und BUDER beteiligt.

Nachdem der Präsident wieder den Vorsitz übernommen hatte, erteilt er Herrn NEGER-Tharandt das Wort zum Bericht über die Ortsgruppe Dresden. Herr NEGER übermittelte die Grüße des Herrn Geh. Rat DRUDE, teilte mit, daß die Sitzungen der Ortsgruppe Dresden immer noch einen zufriedenstellenden Verlauf nehmen und regte an, endlich auch in anderen Städten es mit der Gründung von Ortsgruppen zu versuchen, allein schon, um neue Mitglieder zu werben.

Als nächster Punkt der Tagesordnung kommt die Wahl des Ortes und der Zeit für die nächstjährige Generalversammlung zur Sprache. Es wird beschlossen, die Versammlung Anfang August in Breslau abzuhalten. Doch soll dem Vorstand anheimgestellt werden, nach Besprechung mit den beiden anderen Vereinigungen eine Aenderung eintreten zu lassen, falls aus irgendwelchen Gründen die Tagung in Breslau nicht möglich sein sollte. Damit war die geschäftliche Sitzung zu Ende und es konnte um $11^h05'$ die wissenschaftliche Sitzung beginnen.

Herr BERTHOLD legte einige im Absterben begriffene frische Blätter von *Cephalaria procera*, sowie ebensolche, nach dem Abtöten nach der Methode von SACHS mit Jod-Alkohol-Wasser behandelte Blätter vor, an denen die enorme Speicherung von Stärke beim Absterben — im Zusammenhang mit der Anhäufung anderer Assimilationsprodukte — besonders klar und übersichtlich zutage tritt. Er knüpfte daran einige allgemeine Bemerkungen über die Vorgänge in absterbenden Blättern, unter Bezugnahme auf seine früheren dahingehenden Mitteilungen (Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation, I. Teil, 1898, S. 222 ff.), und auf eine neuere Dissertation von TH. SCHMIDT, Göttingen 1912, über denselben Gegenstand.

Weiterhin machte er, unter Vorlegung von ebenfalls nach der SACHSschen Methode gefärbten Präparaten von *Euphorbia stricta*, einige Ausführungen über eine von G. MÜLLER — Göttinger Dissertation 1913 — aufgefundene, sehr starke, aber vorübergehende Speicherung von Stärke in ausgewachsenen Blättern im Hochsommer — besonders etwa von Ende Juni bis Anfang August

— bei einer Reihe von *Euphorbia*-Arten (*Esula, stricta, latifolia, Kotschyi, Ipecacuanha*), sowie bei *Ruta graveolens* und *R. macrophylla*, weniger prägnant auch bei einer Gartenform von *Syringa vulgaris*.

Hierauf sprach Herr E. JAHN über „Lebensdauer und Alterserscheinungen eines Plasmodiums" (S. S. (18)), Herr LINDNER über „Das Biosproblem in der Hefeforschung." (S. S. (34).)

Um 12h30' schloß der Präsident die Sitzung und verwies auf die Demonstration der Herren FALCK und PLAUT.

Herr PLAUT-Bernburg demonstriert eine Reihe von mikroskopischen Präparaten über Wurzelperiodizität und Metacuti-

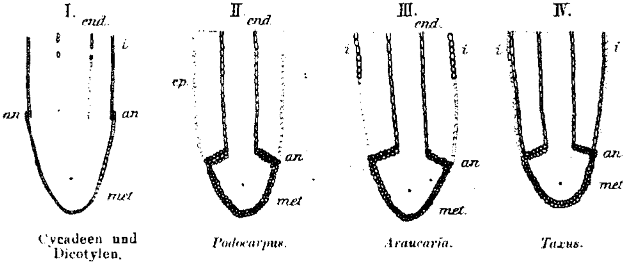


Abb. 1. Die Formen des Metacutisanschlusses (schematisch).

sierung. Bei der Metacutisierung der Wurzelspitze durch Verkorkung von bestimmten Zelllagen handelt es sich um einen Abschluß in der Ruheperiode. Die Erscheinung tritt in den verschiedensten Formen allgemein auf, und kann ohne Schwierigkeit gefunden werden. Referent hat, nachdem MÜLLER 1906 die Erscheinung zuerst bei *Convallaria* und andern Monocotylen studiert hat, die Gymnospermen und Dicotylen untersucht und vor kurzem darüber in der Festschrift zur Feier des 100 jährigen Jubiläums der württ. landw. Hochschule Hohenheim[1]) (p. 129—151) berichtet. Er unterscheidet folgende Typen: (s. Abb. 1.)

Typus I. Die Metacutis der Wurzelhaube schließt an die Intercutis an: z. B. *Cycas revoluta, Pinus peuce.*

1) 1918, Verlag ULMER, Stuttgart.

Typus II. Eine Intercutis fehlt, es wird eine Verbindung durch Metacutis-Endodermis-Anschlußzellen hergestellt z. B. *Podocarpus totara.*

Typus III. Eine Intercutis ist vorhanden, es wird eine Verbindung durch Metacutis-Intercutis-Anschlußzellen mit der Intercutis, außerdem durch Metacutis-Endodermis-Anschlußzellen mit der Sekundärendodermis hergestellt. *Taxus baccata.*

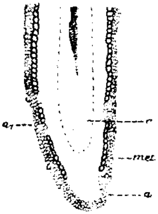


Abb. 2.

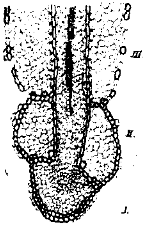


Abb. 3.

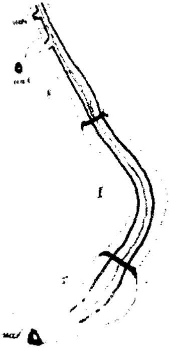


Abb. 4.

Abb. 2. *Calycanthus floridus.* In der Entwicklung begriffene, bei a und a_1 noch nicht geschlossene Metacutis (met), a Wurzelhaube.

Abb. 3. *Taxus baccata.* Polyperiodische Metacutis mit 3 Perioden.

Abb. 4. *Ribes sanguinea.* Polyperiodische Metacutis mit 3 Perioden; bei met. metacutisierte Kappen (schematisch).

Typus IV. Intercutis ist vorhanden; es wird eine Verbindung durch Metacutis-Endodermis-Anschlußzellen hergestellt, ein Anschluß an die Intercutis findet nur ausnahmsweise (beobachtet in einem Fall) statt: *Araucaria excelsa.*

Auf Grund der Befunde ist anzunehmen, daß allen Laubbäumen und Sträuchern die Metacutisierung im Winter zukommt, daß sie nach erfolgtem Einsetzen der Assimilation im Frühjahr durchbrochen wird. Besonders interessant liegen die Verhältnisse bei *Calycanthus floridus,* wo das den ganzen Winter weiß bleibende Wurzelkäppchen ebenfalls metacutisiert. Die Durch-

brechung findet hier spät nach dem Einsatz der Blütenentwicklung statt. (Abb. 2.)

Die Metacuten kommen in einer Reihe von Fällen mehrperiodisch vor, z. B. *Taxus* und *Ribes* (s. Abb. 4), danach können die Dicotylenmetacuten eingeteilt werden:

I. Monoperiodische Metacutis.

Gruppe 1. Isochrome metacutisierte Wurzelspitzen, von der gleichen Farbe wie die Ernährungswurzel.

Diese Gruppe zerfällt in:

α) Leucochrome Wurzelspitzen, hellfarbig, meist weiß oder gelblichweiß, nicht bräunlich ohne Phlobaphene: *Buxus sempervirens*.

β) Phaeochrome, Wurzelspitzen mehr oder minder intensiv braun gefärbt durch Phlobaphene von der übrigen Wurzel nicht verschieden; *Aucuba japonica, Magnolia acuminata*.

Gruppe 2. Heterochrome Wurzelspitzenmetaculen, Wurzelspitze stets weiß, übrige Wurzel stets dunkelbraun; *Calycanthus floridus*.

II. Polyperiodische Metacuten.

Gruppe 3. Typen mit mehrmaliger aufeinanderfolgender Periodizität mit Durchbrechung; *Ribes sanguineum*.

III. Fragliche Fälle.

Lonicera xylosteum u. a.

Bevor wir nicht über Verbreitung und Bedeutung der Metacutis der Wurzel im klaren sind, sind Hypothesen über Blattfall und Blattentwicklungsperiodizität verfrüht, da fraglos hier Correlationen zwischen der durch die Metacutis regulierten anorganischen Stoffaufnahme und der Bildung des organischen Materials bestehen.

Herr FALCK demonstrierte Präparate, die Kultur, Diagnose und Entwicklung des echten Hausschwammes, sowie die Kultur eßbarer Pilze betreffend.

In zwei Sälen waren lebende Kulturen holzzerstörender und eßbarer Pilze, sowie Dauerpräparate ihrer Mycelien, Stränge und Fruchtkörper und eine umfangreiche Sammlung von Holzzersetzungs- und habituellen Erkrankungsbildern (aus schwammkranken Häusern und waldkranken Bäumen) aufgestellt.

Bei der Demonstration im ersten Saal wurde ausführlich behandelt der echte Hausschwamm, seine Unterscheidung von den

übrigen Holzzerstörern, seine Entwicklung aus den Sporen und seine verschiedenen habituellen Vegetationserscheinungen auf der Oberfläche befallener Substrate.

Zunächst wurden typische Bilder der beiden wichtigsten Zersetzungsarten des Holzes demonstriert und im Sinne der folgenden Zusammenfassung erläutert:

A. der Destruktionsfäulen (*Merulius-, Coniophora-, Vaporarius*-Fäule).	B. der Corrosionsfäulen (*Trametes-, Telephora perdrix*-Fäule).
1. Den Angriff der Holzzellen vollziehen im mikroskopischen Bilde:	
vereinzelte Fäden, welche die formale Struktur der Zelle nicht angreifen.	Netzwerke von Fäden, welche die Membrane schließlich vollständig auflösen (Corrosionsbilder).
2. Der Erfolg des Angriffs äußert sich makroskopisch:	
in schneller und gleichmäßiger Entfestigung, verbunden mit typischem Schwund der gesamten angegriffenen Holzmasse. (Schwundspalten nach drei verschiedenen Richtungen des Raumes bedingen den würfelartigen Zerfall.)	in langsamer und ungleichmäßiger Zersetzung ohne Vermürbung und Schwund. Es erscheinen zunächst löcher- oder spaltenartige Corrosionsstellen mitten im unzersetzten Holz.
3. Nach der Zersetzung verbleibt:	
eine dunkelfarbige kohleartige Restsubstanz, Gehalt des C: O + N = 100 : 54, bei gesundem Kiefernholz 100 : 82.	keine dunkelfarbige Restsubstanz, sondern skelettartige Reste der Holzmasse, Gehalt des C: O + N = 100 : 83,5.

Das tote Holz wird vorzugsweise durch Destruktionsfäulen, das Holz lebender Bäume durch Erreger von Corrosionsfäulen befallen. Eine Ausnahme bildet z. B. der häufig vorkommende braune Porenhausschwamm (*Polyporus aedalis* Flck.), der Laub- und Koniferenholz corrosionsartig zersetzt und doch beide Holzarten schnell und intensiv zu zerstören vermag.

Neben dem Holzzersetzungsbilde gestattet bei Schwammerkrankungen im Hause oder bei anderen örtlichen Besichtigungen des Vorkommens holzzerstörender Pilze das habituelle Krankheitsbild für den Erfahrenen in typischen Fällen schon auf den ersten Blick die Diagnose des Erregers. Um dies darzutun, wurden zahlreiche unter Glas konservierte Präparate (Dielenbretter, Balken, Paneelbekleidungen usw.) demonstriert, die zumeist schwammkranken Häusern entnommen worden sind. Für den echten Hausschwamm ist im Gegensatz zu allen übrigen Erregern immer die quantitativ gesteigerte Entwicklung der Organe charakteristisch.

Die Mycelbeläge erreichen die Dicke von 5 mm und mehr, die Stränge Bleistiftstärke, die Plattenfrüchte 1 cm Dicke und mehr; dem entspricht die Intensität der Holzdestruktion. Sofern die Mycel-, Strang- oder Fruchtbildungen und die entsprechenden Zersetzungserscheinungen des echten Hausschwammes aber unter ungünstigen Ernährungs- und Entwicklungsbedingungen erfolgen oder durch schädliche Faktoren gehemmt wurden, auch in jüngeren Entwicklungsstadien, sind sie habituell von den entsprechenden Erscheinungsformen des kleinen und wilden Hausschwammes nicht zu unterscheiden.

Besonders mannigfaltig sind die habituellen Mycelbilder des echten Hausschwammes. Es sind zu unterscheiden:

1. lockere watteartige Überzüge, die eine Wachstumsrichtung des Fadensystems nicht erkennen lassen, sie werden als „Wattemycel" bezeichnet;
2. seidenglänzende, kaum papierdünne Häute mit deutlichem Faserverlauf, als „Papiermycel";
3. Beläge mit scharf differenzierten (dünneren) Strangbildungen, die eine Wachstumsrichtung kaum noch erkennen lassen, als „Strangmycel";
4. dickere, später grau gefärbte Beläge mit innerer, aber kaum sichtbarer Strangdifferenzierung, in der Wachstumsrichtung lappenförmig zerreißend, als „Lappenmycel";
5. dicke, polsterförmige Beläge ohne Strangdifferenzierung, mit gradliniger Faserstruktur (dem Plattengewebe der Fruchtkörper gleichkommend), als „Polstermycel".

Nur die unter 4 und 5 beschriebenen Formationen des Lappen- und Polstermycels sind für den echten Hausschwamm bezeichnend.

Während das habituelle Krankheitsbild bei der örtlichen Besichtigung in typischen Fällen eine leichte Diagnose des echten Hausschwammes ermöglicht, haben die mikroskopischen Merkmale, auf Grund deren der Botaniker die Diagnose an Proben zersetzten Holzes oder von übersandten Organteilen des Pilzes gestellt hat, sich als unzureichend erwiesen.

Sprossende Schnallenzellen sind weder für den echten Hausschwamm, noch für einen anderen Holzzerstörer charakteristisch, auch das Vorkommen von Gefäß- und Faserhyphen in den Strängen hat ohne weiteres noch keinen diagnostischen Wert. Erst die Unterscheidung der drei häufigsten nächstverwandten *Merulius*-Arten hat die vergleichende Bewertung und Bestimmung der unterscheidenden Merkmale ermöglicht. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle kurz zusammengefaßt:

Mikroskopische und kulturelle
Unterscheidung der 3 häufigsten *Merulius*-Arten.
(Ausführliche Darlegung im 6. Heft der Hausschwammforschungen. Jena 1912.)

		Domesticus	*Silvester*	*Minor*	Charakteristisch für *Domesticus* im Gegensatz zu allen übrigen Fäulen der verbauten Hölzer:
Früchte	Sporengröße: fixierte Werte { Breite: / Länge:	[1]) lt. u. dv. 5,4 μ / 9 6 μ	lt. 5,6 μ dv. 6,2 μ / 9,7 μ	lt. 3,5 μ dv. 4,2 μ / 5,8 μ	
	Plattenfasern:	typische Form mit verdickter Membrane	ohne Membranverdickung	fehlen	Plattenfasern der typischen Form und Größe.
Stränge	Gefäßhyphen:	typisch mit Balken u. Ringverdickung	typisch mit Balken u. Ringverdickung	typisch mit Balken u. Ringverdickung	
	variiert in weitesten Grenzen { Mittelwert: / Höchstwert:	25 μ / 50 μ	21 μ / 50 μ	18 μ / 27 μ	
	Strangfasern: variiert in engen Grenzen { Mittelwert: / Höchstwert:	4 μ / 5 μ (selten 5,5 μ)	2,5 μ / 8,0 μ (selten 8,5 μ)	fehlen	Strangfasern der typischen Größe.
Haupt-Hyphen	Kulturelle Analyse: Volumdurchmesser der Haupthyphen bei optimalem Wachstum auf B. W. Agar: / Temp.-Umfang:	6–8 μ / 8°–26° C.	6–8 / 8°–34° C.	8–4 / 3°–26° C.	Glänzend weiß ausstrahlende Hyphen, die bei reiner Übertragung leicht auf B. W. Agar übergehen und bei 26° nicht mehr fortwachsen.
	Optimale Temp.-Zone:	18°–22° C.	24°–28° C.	18°–22° C.	

[1]) lt. = lateraler, dv. = dorsiventraler Durchmesser der Sporen.

Sie zeigen, daß sowohl die Früchte wie die Stränge des echten Hausschwammes in den Grenzgrößenwerten und der Formgestaltung der Plattenfasern und Faserhyphen konstante Merkmale von diagnostischem Wert besitzen, während das lebende Mycelium durch seinen niedrigen Temperaturumfang im Verein mit dem Volumdurchmesser der ungehemmt ausstrahlenden Hyphen, also nur durch die kulturelle Prüfung, sicher bestimmt werden kann. In abgestorbenem, zersetztem Holz (also ohne Oberflächenmycel, Strang oder Fruchtteile) kann der Pilz nicht diagnosiert werden.

Eine größere Zahl von Präparaten demonstriert die ersten Entwicklungsstadien des Pilzes auf vorerkranktem (*Coniophora*-faulem) Holz im Hause. Desgleichen werden junge Keimungsstadien der Hausschwammsporen auf Objektgläsern unter dem Mikroskop gezeigt. Auf der Glasoberfläche wurde eine Spur Apfelsäure verrieben, dann die Sporen von einer fruchtenden Reinkultur darauf natürlich aufgefangen und die Objektgläschen dann ohne jeden Zusatz — mit der behandelten Seite nach unten — unter die feuchte Glocke gebracht. Bei der Mehrzahl der Sporen wird nach 4—8 Tagen Keimung beobachtet. Auf Kontrollgläschen ohne Apfelsäure ist keine Keimung eingetreten. Holz wird sauer, sobald es von den Mycelien der sog. Trockenfäule-Erreger (*Coniophora*-Arten) befallen wird. Es ist nachgewiesen, daß es sich dabei vorzugsweise um Apfelsäure handelt. Eingehende Versuche über die Säurebildung bei den Basidiomyceten, die ich gemeinsam mit meinem Assistenten, Freiherrn VAN BEYMA, in den letzten Jahren durchgeführt habe, haben bereits dazu geführt, in künstlichem Agarsubstrat den dargebotenen Traubenzucker durch *Coniophora cerebella* bis zu 50 % in Apfelsäure überzuführen. In dem *Coniophora*befall des Holzes ist somit seine Prädisposition für den weiteren Befall durch echten oder wilden Hausschwamm gegeben. Die Keimungsbedingungen des kleinen Hausschwammes, die wahrscheinlich denen des gleichfalls sehr verbreiteten *Paxillus acheruntius* gleichen, sind noch nicht erforscht worden. Bis dahin bleibt uns die Biologie dieser beiden Arten in ihrem wesentlichsten Punkte noch verschlossen.

In einem zweiten Raume des Mykologischen Instituts wurden die Ergebnisse demonstriert, welche auf dem Gebiet der Kultur eßbarer Pilze in der Kriegszeit gewonnen worden sind. In erster Linie handelt es sich um die Herstellung von Reinkulturen des Champignons und anderer eßbarer Pilze auf vorbehandeltem Strohsubstrat. Dem Verfahren der Strohaufschließung für die Pilzkultur liegt die Vorbehandlung mit Ammoniak zugrunde. Das in

Ammoniakflüssigkeit erweichte, mit Wasser vollständig extrahierte, in Röhren gepreßte und sterilisierte Stroh wird von den Mycelien holzbewohnender Basidiomyceten nach allen Richtungen kräftig und gleichmäßig durchwachsen. Es läßt sich dann in seine einzelnen Strohteilchen zerlegen, die als vegetative Keimlinge auf rohe, unsterilisierte Substrate (Dünger, Holz, Erde) übertragen werden und dabei weder verunreinigen noch an Keimenergie gegenüber sterilisiertem Substrate einzubüßen. Das übliche Agarsubstrat, *auf dem die erste Anzucht erfolgen muß, durchwächst* nur an den Oberflächen; für die Aussaat kommen daher nur scharf ausgeschnittene Stücke der Oberfläche in Betracht, die nach der *Übertragung in unsterilisiertes Material sofort* verunreinigen. Das Impfstück wird dann von Schimmelpilzen und Bakterien schnell überwuchert und das übertragene Mycel abgetötet.

Erst mit Hilfe des obigen, von löslichen Nährstoffen befreiten und für Schimmelpilze schwer angreifbaren Zwischensubstrates gelingt es, das vegetative Mycel der Basidiomyceten von der Reinkultur auf das keimhaltige Rohsubstrat (Holz, Dünger, Erde) zu übertragen. Die mit Hilfe dieser Reinkulturen in den Kellern der Forstakademie betriebene Champignonkultur kann leider nicht mehr demonstriert werden, da die Keller zur Dienstwohnung des Direktors gehören und dieser Bestimmung zurückgegeben werden *mußten; dadurch sind auch die mit Erfolg eingeleiteten* Versuchsarbeiten unterbrochen worden.

Für die Zucht der auf Holz vorkommenden eßbaren Pilze wird das durchwachsene Strohsubstrat in gebohrte Löcher oder auf die frische Schnittfläche gefällten Holzes übertragen. Es kommen hier vorzugsweise die Stubben von Laubholzstämmen, insbesondere der Buche, in Betracht, die nicht gerodet werden können. Für diese Impfungen sind bisher nur der Austernpilz (*Agaricus ostreatus*) und der Schüppling (*Pholiota mutabilis*) benutzt worden. Das Holz lebender Stämme wird von diesen Pilzen nur in geringem Umfang befallen, es bilden sich verkernte Schutzholzschichten, die den kräftigsten Infektionsherd abkapseln. Dagegen wird frisch gefälltes, also noch lebendes Holz schnell und vollständig durchwachsen, bevor andere Pilze sich darauf ansiedeln. Die Stubben frisch gefällter Buchen sind von dem Oberförster Dr. BUSSE in Reichensachsen mit dem vom Mykologischen Institut gelieferten Aussaatmaterial in größerem Umfange geimpft worden, und es hat sich bereits ergeben, daß das Stubbenholz auf diesem Wege mit verhältnismäßig geringen Kosten durch den Austernpilz oder den Schüppling

mit Erfolg bepflanzt werden kann. Es wurde ein durch Impfung der freien Oberfläche infizierter Stubben demonstriert, den Herr Dr BUSSE hierfür frisch übersandt hat und der totalen Befall durch den Austernpilz aufweist. Auch Stammabschnitte von Buchenholz werden gezeigt, die durch Lochimpfung infiziert wurden, und nach zweijähriger Inkubationszeit mit den Früchten des Austernpilzes besetzt sind. Soviel haben die Versuche in der Praxis bereits gezeigt, daß es auf diesem Wege leicht und mit verhältnismäßig geringen Kosten gelingt, die auf Holz vorkommenden eßbaren Pilze (aus ihren Sporen oder Mycelien auf den üblichen Substraten heranzuziehen, von diesen) auf das sterile Zwischensubstrat und so direkt von der Reinkultur auf das Rohsubstrat zu übertragen. Damit ist der Weg einer methodischen Pilzzucht im Walde beschreitbar. Noch nicht gelungen ist es dagegen, die auf dem Humus des Waldbodens wachsenden Pilze zu kultivieren und zu übertragen.

Am Nachmittag nahmen die Teilnehmer an der Versammlung, soweit sie nicht durch die Demonstration des Herrn FALCK verhindert waren, an einem Ausflug in die forstlichen Schulanlagen auf dem Cattenbühl unter Führung des Herrn Oberforstmeisters SCHILLING teil. Die botanischen Sammlungen und das botan. Institut wurden in den Pausen besichtigt. Da die meisten Mitglieder an den Veranstaltungen der beiden anderen Vereinigungen teilnahmen, so konnte am 6. August Herr BERTHOLD im Göttinger Pflanzenphysiologischen Institut seine in Hann.-Münden begonnene Demonstration fortsetzen. Herr BERTHOLD demonstrierte zunächst einige bemerkenswerte Präparate aus der Sammlung des Instituts: Birke und *Calluna* in stark verdünnter Nährlösung gezogen — aus tiefer Bodenlage im Laufe mehrerer Jahre aufsteigende Zwiebeln von *Leucojum aestivum* — Knollenbildung an umgekehrten Stecklingen von *Salix viminalis* — Knollenbildung usw. an oberirdischen Trieben der Kartoffel nach VOECHTING u. a., und hielt dann einen kurzen Vortrag über den Verlauf der Entwicklung und Differenzierung in der Stützwurzel von *Pandanus utilis*, als Beispiel für die entsprechenden Vorgänge bei der Differenzierung in pflanzlichen Organen überhaupt. Die Ausführungen, die sich an die 1898 im ersten Teil der Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation, S. 152ff., mitgeteilten, und mittlerweile weitergeführten Untersuchungen anschließen, werden an anderer Stelle ausführlich veröffentlicht werden.

Von den Veranstaltungen der beiden anderen Gesellschaften, an denen sich eine große Anzahl Mitglieder beteiligten, seien der

Vortrag von Prof. PETER über seine afrikanische Reise am Nachmittag des 6. August im Göttinger botan. Museum, die Exkursionen nach Witzenhausen zur Besichtigung der Kolonialschule, die Exkursion zur Sababurg und nach Höxter erwähnt.

Es bleibt uns noch die angenehme Pflicht, allen Herren, die sich um das Zustandekommen der Versammlung und der Exkursionen verdient gemacht haben, aufs wärmste für ihre aufopferungsvollen Bemühungen zu danken. Die Mitglieder haben wohl alle das Bewußtsein mit nach Hause genommen, daß sich die Generalversammlung in dem schönen Münden würdig ihren Vorgängerinnen angeschlossen hat.

G. BERTHOLD,
z. Zt. Präsident.

W. WÄCHTER,
Sekretär, als Schriftführer.

Anlage.

Rechnungsablage für das Jahr 1918.

		M.	Pf.	M.	Pf.
Vermögen am 1. Januar 1918		16 722	11		
Einnahmen:					
Mitgliederbeiträge.					
(Zu zahlen sind für 1918:					
466 Mitglieder je 25 M. . . . . . . = 11 650 M.					
davon vorausbezahlt . . 25,— M.					
1918 bezahlt . . . . . 11 625,— „ 11 650 „ [w. v.])					
Gezahlt wurden 1918:					
für 1918: a) Beiträge . . 11 625,— M.					
b) Mehrzahlungen 72,55 „					
„ frühere Jahre . . . 180,— „					
„ spätere Jahre . . . 195,— „	12 072,55 M.				
Zinsen aus dem Depot und Kontokorrent	880,30 „				
Gewinnanteil an Band XXXVI . . .	360,— „	13 312	85	30 034	96
Ausgaben:					
Band XXXVI der Berichte, 460 Stück		14 351	—		
Vordrucke und andere Drucksachen		698	51		
Honorare		2 275	—		
Ehrungen		859	—		
Porto:					
für Schriftwechsel	180,95 M.				
für Versendung der Berichte usw. . .	1 036,05 „	1 217	—		
Sonstiges		868	50	19 769	01
Vermögen am 31. Dezember 1918				10 265	95

Es haben betragen:

die Ausgaben . . . . 19 769,01 M.
die Einnahmen aus den Beiträgen . . 12 072,55 „
so daß die Ausgaben um . . . . . . 7 696,46 M.
höher sind als die Einnahmen.

Bei 466 zahlenden Mitgliedern entfallen auf jedes Mitglied 25,91 M. Einnahmen, 42,42 M. Ausgaben.

	M.	Pf.	M.	Pf.
Voranschlag für 1919.				
Vermögen am 1. Januar 1919			10 265	95
Einnahmen:				
Beiträge (460 je 25 M.)	11 500	—		
Zinsen	850	—		
Gewinnanteil	350	—	12 700	—
			22 965	95
Ausgaben:				
Berichte	15 000	—		
Vordrucke und andere Drucksachen	700	—		
Honorare	8 870	—		
Ehrungen	150	—		
Porti	2 000	—		
Sonstiges	245	95	21 965	95
Vermögen am 31. Dezember 1919			1 000	—

Die **Stiftung für das Köhlreuter-Denkmal** betrug am 1. Januar 1918 . . . . 699,08 M.,
sie ist im Laufe des Jahres durch Zinsenzuwachs auf . . . . 729,03 M. gestiegen.

Berlin-Dahlem, den 1. Februar 1919.

Der Schatzmeister: O. Appel.

Geprüft und richtig befunden

Berlin-Dahlem, den 1. März 1920.

G. Lindau. Th. Loesener.

Mitteilungen.

(I.) E. Jahn: Lebensdauer und Alterserscheinungen eines Plasmodiums.

(Myxomycetenstudien Nr. 10.)
(Mit 1 Abb. im Text.)

I.

Die alte Frage nach den Ursachen des Todes, nach den vergänglichen und den ewigen Bestandteilen des Protoplasmas, ist in den letzten Jahren wieder nach verschiedenen Seiten hin Gegenstand der wissenschaftlichen Erörterung gewesen. Man kann fünf Hauptquellen anführen, die, von weit auseinanderliegenden Beobachtungen oder Betrachtungen ausgehend, zur Aufstellung ähnlicher Fragen den Anlaß gegeben haben. Es ist einmal die allgemeine, besonders den Menschen angehende Erscheinung des Alterns und der Alterskrankheiten, dann in der Botanik die angebliche Beobachtung des Absterbens rein vegetativ vermehrter Pflanzen, wie mancher Obstsorten, der Wasserpest, der Pyramidenpappel, in der Protistologie der Gedankenaustausch über die WEISMANNsche Lehre von der Unsterblichkeit der Einzelligen und den Tod als Anpassungserscheinung, in der Pflanzenphysiologie der Streit, der sich im Anschluß an die KLEBSsche These von der Abhängigkeit des Entwicklungsganges, auch der Fortpflanzung, von äußeren Bedingungen entsponnen hat, endlich in der experimentellen Zoologie der Nachweis, daß zur Entwicklungserregung eines Eies selbst bei Wirbeltieren nicht die Befruchtung notwendig ist, sondern unter Umständen ein anderer Reiz hinreicht.

Eine Übereinstimmung der Ansichten ist auf diesen Gebieten in keiner Weise erreicht. Immerhin kann wenigstens bei Metazoen und Metaphyten die Tatsache des Alterns ebensowenig wie die Verjüngung durch die Eizelle geleugnet werden. Als Grund der Alterserscheinungen wird hier ziemlich übereinstimmend (vgl. KORSCHELT 1917) die Abnutzung bestimmter Gewebe oder Zellen angegeben. Aber schon bei höheren Pflanzen, die durch Pfropfreiser, Ableger, Knollen beständig verjüngt werden, finden wir Zweifel am Auftreten eines senilen Verfalls. Daß derartige Pflanzen

schließlich absterben, wird von den einen behauptet, von den *anderen lebhaft bestritten* (vgl. MÖBIUS 1897). *Noch zweifelhafter* wird alles bei Protophyten und Protozoen. Wenn KLEBS sagt, daß alle Fortpflanzungserscheinungen unter der Herrschaft äußerer Bedingungen stehen, *so führt dies zu der Folgerung, daß ein einfacher* Organismus, etwa das Mycelium eines Schimmelpilzes, bei stets gleichbleibenden Bedingungen gleichmäßig weiter wachsen *muß. In* der Tat hat KLEBS es auch ausgesprochen, daß er an eine funktionelle Abnutzung der Zellen nicht glaube (1900, S. 108). Aber gerade bei den Protisten, bei Infusorien, scheinen Regulationen zur Verhinderung einer schädlichen Wirkung der Abnutzung vorhanden zu sein. Wenn wenigstens bei *Paramaecium* unter möglichst gleichmäßigen Kulturbedingungen von Zeit zu Zeit eine Depression eintritt, die mit einer Umordnung des ganzen Kernapparats verbunden ist, so kann man diesen Vorgang am einfachsten als eine Anpassung an die schädlichen Folgen einer Abnutzung auffassen.

Das Verhalten eines Plasmodiums hat für all diese Fragen ein besonderes Interesse. Man hat gesagt, daß bei Metazoen und Metaphyten das Altern um so eher eintreten müsse, je größer die Differenzierung der Gewebe sei. Es müssen sich Störungen im Organismus geltend machen, weil die Gewebe in verschiedener Weise in Anspruch genommen, also auch verschieden verbraucht werden. Im Plasmodium haben wir dagegen einen verhältnismäßig großen Vegetationskörper, der vielkernig ist, aber keine Gewebe besitzt. Histologisch ist es ein Organismus ohne Organe. Ebenso interessant ist es, wenn man seine Stellung unter den Protisten betrachtet. Die meisten Plasmodien besitzen ein Eintrocknungsvermögen; davon unabhängig ist gewöhnlich die Sporenbildung, die durch eine Reduktionsteilung eingeleitet wird, also mit sexuellen Vorgängen im Zusammenhang steht. Während bei *Paramaecium*, das kein Eintrocknungsvermögen besitzt, alle Regulationsvorgänge mit der Konjugation zusammenzuhängen scheinen, lassen sich hier die Verjüngung durch Eintrocknung (Sklerotien, Macrocysten) und die durch Sporen getrennt untersuchen.

KLEBS hat im Verlauf seiner Arbeiten über die Abhängigkeit der Sporenbildung von äußeren Bedingungen auch mit Plasmodien Versuche gemacht (1900, S. 19, 39, 75). Er hat *Didymium difforme* und später auch *Didymium effusum* über ein Jahr in Agarkulturen durch Übertragung auf immer neuen Nährboden fortwachsend erhalten, ohne daß die sonst in wenigen Tagen fruchtenden Plasmodien zur Sporenbildung schritten. Daraus schließt er, daß die Entziehung der Nahrung der Reiz ist, der die Fruchtbildung auslöst.

II.

Die hier mitgeteilten Erfahrungen beziehen sich sämtlich auf das Plasmodium von *Badhamia utricularis* Berk. Es ist vor den Didymien, die KLEBS benutzte, durch ein weit größeres vegetatives Wachstumsvermögen ausgezeichnet, und läßt sich sehr leicht mit Pilzen, auf denen es auch in der Freiheit lebt, ernähren. An trockner Zimmerluft bildet es sehr schnell Sklerotien, im Hungerzustand in einem kühlen Raum geht es nach einigen Tagen zur Sporenbildung über.

Den Anlaß, mich mit der Lebensdauer dieses Plasmodiums zu beschäftigen, gaben mir einige Beobachtungen, die ich vom Jahre 1907 an wiederholt machte. Ich hatte am 4. 11. 1906 bei einem Ausflug nach Buckow bei Berlin am Wege ein Plasmodium kriechend auf Pilzen gefunden und mitgenommen, um es für die Untersuchung der Kernteilungen zu benutzen. Es erwies sich als gesund und wachstumsfähig, so daß man es in wenigen Wochen zu riesiger Größe heranziehen konnte. Mir fiel aber auf, daß nach Ablauf von etwa einem Monat trotz guter Fütterung das Wachstum abnahm, und diese Beobachtung konnte ich auch in den folgenden Jahren wiederholen, wenn ich aus eingetrockneten Proben, die zur Zeit des üppigen Wachstums abgenommen waren, das Plasmodium wieder heranzog. Im Jahre 1911 machte ich den Versuch, das Plasmodium einmal möglichst lange bei sorgfältiger Fütterung am Leben zu erhalten. Ich hatte es am 27. 10. 1911 erweckt. Es zeigte zunächst das gewöhnliche gute Wachstum, dann nahm die Kraft langsam ab. Am 10. 1. 1912 sah ich, daß es nicht mehr recht gesund war; am 12. 1. war es unter eigentümlicher Höckerbildung zugrunde gegangen. Ich hatte einen Teil getrennt in einer besonderen Schale gehalten. Er begann aber fast zur selben Zeit die Nahrung abzuweisen und starb zwei Tage später. Die Lebensdauer des ersten Plasmodiums hatte also 77 Tage betragen.

Im nächsten Winter zog ich nun absichtlich mehrere Proben, die von verschiedenen Teilzuchten entnommen waren, unabhängig heran, und suchte sie möglichst lange lebend zu erhalten. Die Lebensdauer erstreckte sich vom

18. 10. 1912 bis zum 3. 1. 1913 : 77 Tage,
18. 10. 1912 „ „ 28. 12. 1912 : 71 „
9. 11. 1912 „ „ 24. 1. 1913 : 76 „

Der Tod erfolgte stets in ähnlicher Weise wie oben beschrieben. Die Dauer des Lebens betrug also 10—11 Wochen. Das üppige Wachstum dauerte bei dem dritten hier angeführten Plasmodium vom 9. 11. 1912 bis etwa zum 19. 12. Dann war eine deutliche Abnahme der Kraft zu merken.

Zunächst war nun die Frage zu beantworten, ob es sich hier um eine individuelle Eigenschaft dieses Plasmodiums Buckow (es sei P. I genannt) handelt, oder um eine allgemeine Eigenschaft der Art. Ich hatte mir zu diesem Zweck schon in den Jahren zuvor alle Plasmodien von *Badhamia*, die ich im Freien fand, mitgenommen und sie weitergezogen, oder wenigstens von ihnen Proben eintrocknen lassen. Derartige im Herbst im Walde aufgenommene Plasmodien sind übrigens von sehr verschiedener Lebenskraft. Manche sind so zart, daß sie im Laboratorium sofort absterben, wenn man ihnen nicht täglich mehrmals frische Nahrung gibt.

Ich stelle hier die Beobachtungen über einige andere Plasmodien zusammen:

P. II aufgenommen in Finkenkrug am 23. 6. 1912. Neu belebt am 15. 10. 1912.

P. III aufgenommen im Brieselang am 13. 10. 1912 und lebend weitergezogen.

P. IV aufgenommen in Röntgental am 17. 11. 1912 und lebend weitergezogen.

Alle drei wachsen den ganzen Winter über kräftig weiter und werden am 12. 3. 1913 eingetrocknet, weil ich sie einer Reise wegen nicht weiter pflegen kann; das erste hat 145 Tage, das zweite 150 Tage, das dritte 115 Tage gelebt. Alle drei waren bei der Eintrocknung noch durchaus gesund. Die Periode des üppigen Wachstums schien allerdings bei allen vorüber zu sein; sicher hätten sie aber noch lange fortgelebt. Also war die Lebensdauer von 70—80 Tagen eine individuelle Eigenschaft von P. I.

III.

Nach den bisherigen Erfahrungen stand es für mich fest, daß bei gleichmäßiger Ernährung doch mit der Zeit eine Abnahme der Lebenskraft eintritt. Es handelte sich jetzt darum, ein Plasmodium so lange wie möglich lebend zu erhalten und vielleicht den natürlichen Tod an Erschöpfung zu beobachten.

Es ist mir bisher nicht gelungen, diese Absicht wirklich durchzuführen. Ich kann von keinem der Plasmodien, die ich in Pflege hatte, und deren Lebenskraft ich nicht absichtlich vermindert hatte, behaupten, daß sie tatsächlich an Marasmus senilis zugrunde gegangen wären. Sie sind alle vorher, meist infolge irgend eines Versehens bei der Haltung oder Fütterung gestorben. Überhaupt wird es nicht möglich sein, jeden äußeren Anlaß zum Tode auszuschließen. Mir ist es schon aus äußeren Gründen, da ich die Plasmodien in meiner Wohnung halten muß und keinen Thermostaten

zur Verfügung habe, unmöglich, sie unter gleichmäßigen Bedingungen zu halten. Aber selbst wenn Temperatur und Feuchtigkeit immer dieselben blieben, würde schon der Wechsel der Nahrung, die Darbietung neuer Pilzstückchen, auf die sie hinaufkriechen müssen, eine Unterbrechung des bisherigen Gleichgewichts der Bedingungen bewirken können. Ältere Plasmodien, die sehr träge sind, kriechen bisweilen gar nicht auf die neue Nahrung, sondern statt dessen auf das Papier und geraten dadurch, ohne daß man es hindern kann, in den gefährlichen Hungerzustand. Dadurch wird in ihnen, wie schon KLEBS gezeigt hat, der Reiz zur Sporenbildung, d. h. zur Reduktionsteilung der Kerne ausgelöst. Dann sind sie unfähig, weitere Nahrung aufzunehmen, färben sich dunkel und bilden entweder Fruchtkörper oder sterben ab. Mit abnehmender Lebenskraft nimmt diese Gefahr zu, und man wird nie sagen können, ob ein altersschwaches Plasmodium aus inneren Gründen oder einem äußeren Anlaß gestorben ist, ebensowenig wie man bei einem hochbetagten Menschen, der an Altersschwäche stirbt, mit Sicherheit angeben kann, ob nicht eine leichte Erkältung die Todesursache war, die das Herz stillstehen ließ.

Ich gebe zunächst einen kurzen Bericht über die Schicksale des Plasmodiums P. VII, das ich am längsten lebend erhalten habe. Es war am 7. 11. 1915 im Bredower Forst bei Berlin lebend aufgenommen worden. Es erwies sich sofort als sehr kräftig. Als es genügend herangewachsen war, ließ ich es zunächst eintrocknen. Am 13. 4. 1916 wurden verschiedene Proben dieser Sklerotien neu zum Leben erweckt, auf vier Glasschalen verteilt und mit gekochten Pilzstücken, mit *Polyporus versicolor* und *Polyporus betulinus*, gefüttert. Ich konnte während des Krieges auf die Pflege nicht immer die Sorgfalt verwenden, die notwendig war, und verdanke die lange Erhaltung der Plasmodien nur der Vorsicht, daß ich sie so lange wie möglich in 4 Schalen gleichzeitig hielt. So starb der Teil in der einen Schale am 23. 8., am 30. 10. ging der Inhalt einer zweiten Schale ein. Die Schalen wurden jetzt und ebenso später mit Stücken von den gesundgebliebenen Teilen neu besetzt. Am 4. 11. ging wieder ein Teil ein, ebenso starb am 24. 12. wieder eine Schale aus; dasselbe wiederholte sich am 20. 2. 1917 und 4. 3. 1917. Am 28. 5. 1917 gab ich dem Plasmodium der einen Schale Scheiben eines nicht gekochten frischen Fruchtkörpers von *Polyporus squamosus*. Er kroch sogleich hinauf und schien sie gut zu verdauen. Aber 3 Tage darauf sah ich, daß es sich nicht wohl befand und durch die ungewohnte Nahrung vergiftet war. Am 3. 6. war es tot; glücklicherweise hatten die anderen Schalen das ge-

wöhnliche Futter erhalten. Im Juli 1917 war ich einige Wochen verreist und mußte die Pflege fremden Händen anvertrauen. Als ich zurückkehrte, war der Inhalt von 3 Schalen abgestorben, in der vierten war noch ein kleines Plasmodium von der Größe eines Markstückes am Leben. Es wuchs langsam wieder heran, so daß ich nach einigen Monaten wieder 3 Schalen in Pflege hatte. Am 7. 12. 1917 stirbt wieder der Inhalt einer Schale aus, am 17. 2. 1918 bilden sich in einer Schale Sporangien mit völlig normalen Sporen, dasselbe wiederholt sich in einer andern Schale am 2. 4 1918. Anfang Mai gab ich den Plasmodien in den beiden Schalen, die ich wegen des langsamen Wachstums nur noch zur Verfügung hatte, gekochte Stücke des Maischwamms (*Tricholoma Georgii*). Das Plasmodium hatte 1916 gekochte Hutpilze, selbst *Amanita mappa*, gern angenommen und bis auf schleimige Reste verdaut. Nach einigen Tagen sah ich, daß die Plasmamassen, die in beiden Schalen auf den Pilzen saßen, nicht gesund aussahen. Ich legte sogleich andere Nahrung darauf, um sie wieder herunter zu locken. Es war aber zu spät. Am 16. 5. 1918 war in beiden Schalen der Tod eingetreten.

P. VII hat also vom 13. 4. 1916 bis zum 16. 5. 1918 gelebt, zwei Jahre und einen Monat. Auch hier war die auffälligste Erscheinung während des Lebens die Abnahme des Wachstums. Ich habe mich viel bemüht, für diese Abnahme irgend ein durch Zahlen ausdrückbares Maß zu finden und darauf viele Zeit verwandt. Eine Zeitlang hoffte ich die Kriechgeschwindigkeit als einen solchen Maßstab verwenden zu können. Zweifellos nimmt mit dem Alter die Schnelligkeit der Bewegung ab. Ein kräftiges Plasmodium schiebt seine Front in einer Minute um 90 bis 100 μ vor. Aber die Bewegung ist so wechselnd, von der Breite der Front, der Natur des Substrates, von der Stimmung des Plasmas abhängig, daß man keine vergleichbaren Zahlen bekommt.

In der beistehenden Kurve habe ich eine etwas rohe Methode angewandt. Die Plasmodien wurden in Petrischalen von etwa 15 cm Durchmesser gehalten. Wenn die Schale von ihnen mehr als zur Hälfte erfüllt war, so daß sie nicht mehr genügend freie Bewegung hatten, nahm ich die Plasmamassen heraus und ließ nur ein Stück von der Größe etwa eines Zweimarkstücks zurück. Der Rest wurde getrocknet und, mit dem Datum versehen, aufbewahrt. Je nach dem Alter des Plasmodiums wurde die Räumung der Schale in immer größeren Zwischenräumen notwendig, anfangs nach 4, 5 oder 6 Tagen, dann nach einer Woche, schließlich nach mehreren Wochen. Die punktierte Kurve, die in Abb. 1

eingetragen ist, gibt eine Darstellung dieses Wachstums. Ich habe die Zahl der Sklerotien, die ich in jedem Monat durch die Leerung je einer Schale erhielt, als Ordinate eingetragen (die Bezeichnung der Ordinaten steht am linken Rande), als Abscisse die 25 Monate der Lebensdauer. Wie man sieht, war das Wachstum in den ersten 4 Monaten so kräftig, daß die Schalen sechsmal im Monat, also durchschnittlich alle 5 Tage, geleert werden mußten. Noch im November 1916 war die Abnahme der Kraft im Verhältnis gering; dann aber trat ein jäher Abfall ein. Nach einem Jahre

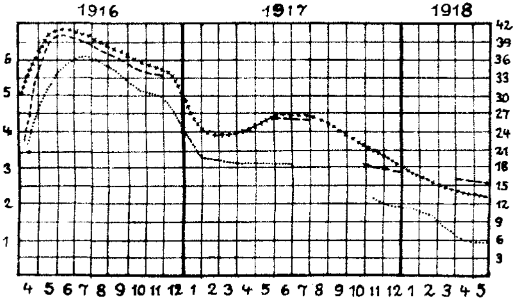


Abb. 1.

ist das Wachstum auf die Hälfte gesunken; in den ersten Monaten des Jahres 1917 senkt die Kurve sich aber langsam. Im Juli mußte wegen der oben erwähnten falschen Behandlung die Gewinnung der Sklerotien so lange ausgesetzt werden, bis ich wieder die Schalen angefüllt hatte. In den letzten Monaten waren 4 Wochen nötig, um eine Schale durch das wachsende Plasmodium zu füllen; nach der letzten Probe, die ich im Mai 1918 eine Woche vor dem Tode erhalten habe, kann man die Zeit schon auf 5 - 6 Wochen schätzen.

Die Kurve hat nur einen bedingten Wert; sie genügt aber für Veränderungen des Wachstums innerhalb größerer Zeiträume. Bei den Plasmodien, die ich zurzeit beobachte, habe ich bessere Methoden angewandt.

IV.

Die Abnahme des Wachstums ist nicht die einzige Alterserscheinung. Außerdem läßt sich noch eine andere nachweisen, die weit interessanter ist. Sie erregte meine Aufmerksamkeit bei dem oben erwähnten kurzlebigen Plasmodium P. I.

Ich hatte von diesem Plasmodium auch während der 70 bis 80 Tage seines Lebens von Zeit zu Zeit Proben zum Trocknen hingelegt. Der Gedanke lag nahe, die kurz vor dem Tode gewonnenen Sklerotien auf ihre Erweckbarkeit und Lebenskraft zu prüfen. Vielleicht war der Einfluß des nahenden Todes auch hier schon bemerkbar, vielleicht aus inneren Gründen schon zu einer Zeit, in der am Kriech- oder Freßvermögen noch nichts wahrzunehmen war. Die Untersuchung bestätigte diese Vermutung. Als ich zum Beispiel die Sklerotien der Serie von P. I, das vom 9. 11. 1912 bis zum 24. 1. 1913 gelebt hatte, im Dezember 1913 wieder feucht legte und zum Leben erweckte, waren die Sklerotien, die nach dem 11. 1. 1913 abgenommen waren, zwar noch erweckbar, die Plasmodien starben aber nach einer Woche ab. Als ich im November 1914 noch einmal prüfte, waren von allen Proben nur noch diejenigen belebbar, die vom 14. bis 17. 12. 1912 gewonnen waren, also zur Zeit des üppigsten Wachstums des Plasmodiums. Alle andern waren nicht mehr ins Leben zurückzurufen. Im Juni 1915 zeigten nur dieselben drei Proben noch schwaches Leben, die Plasmodien starben aber nach wenigen Tagen.

Offenbar hing also die Abnahme des Wachstums in irgend einer Weise mit einer inneren Zersetzung zusammen, die auch in dem Schwinden des latenten Lebens der Sklerotien ihren Ausdruck fand. Diese Zersetzung zeigte sich nicht nur in den Wochen vor dem Tode, sondern schon in einer sehr frühen Zeit. Im Plasmodium P. I begann sie schon nach etwa 30 Tagen, also in der ersten Hälfte des kurzen Lebens.

Es mußte besonders interessant sein, bei einem langlebigen Plasmodium diesen Zusammenhang zwischen der Dauer des aktiven und des latenten Lebens zu beobachten. Deshalb habe ich die sämtlichen Sklerotien, die ich von P. VII während seines langen Lebens gewonnen habe, auf die Dauer der Keimfähigkeit untersucht, um so ebenfalls eine Kurve zu erhalten. Ich habe sie in dasselbe Koordinatennetz wie die punktierte Kurve als gestrichelte Linie eingetragen. Die Ordinaten bedeuten diesmal je drei Monate der Lebensfähigkeit; die Zahlen stehen am rechten Rande.

Die Dauer des latenten Lebens gibt den Zustand des Plasmodiums zur Zeit der Eintrocknung charakteristischer wieder als

die Wachstumsfähigkeit, leider wird sie aber sehr leicht durch äußere Bedingungen während des Eintrocknens beeinflußt. Das beweisen schon die wechselnden Zahlen der Lebensdauer solcher Sklerotien, die man zu nahe beieinander liegenden Zeiten gewonnen hat. So hatten z. B. die sechs Sklerotien vom Juli 1916 eine Lebensdauer von 38, 37, 38, 36, 35 Monaten; das sechste war schon nach 24 Monaten tot. In der anderen Schale waren es 39, 36, 35, 36, 38, 34 Monate für die Proben, die im Abstand von je 5—6 Tagen von Anfang bis zum Ende des Juli entnommen waren. Kurzlebige Sklerotien erkennt man schon an der dunkeln Färbung. Vielfach sammelt sich das eintrocknende Plasma nicht zu einer einzigen Kruste an, sondern zu verschiedenen kleineren Häufchen. Die entstehenden kleinen Nebensklerotien haben dann oft eine geringere Lebenszeit. Sicher hat auch die Stimmung des Plasmodiums, ein etwaiger Hungerzustand, den man leicht übersehen kann, auf die Beschaffenheit der Sklerotien Einfluß. In der Kurve habe ich für jeden Monat nur die Maximalzeiten der Lebensdauer in Monaten eingetragen.

So hat auch diese Kurve vielerlei Mängel und Lücken. Der zeitweilige ungünstige Gesundheitszustand des Plasmodiums drückt sich in den Lebenszeiten der Sklerotien sehr deutlich aus. Die längste Lebensdauer erreichen mit 40 Monaten die Proben, die ich am 27. 5. 1916 dem Plasmodium entnommen habe, bei weitem die längste Zeit des latenten Lebens, die ich je bei einer Macrocyste beobachtet habe. Von da an sinkt die Zeit von Monat zu Monat, beträgt im Juli 38, im November 33 Monate. Bei den Sklerotien, die in den folgenden Monaten, Dezember 1916 bis Mai 1917, gewonnen waren, erlebte ich eine Überraschung. Als ich sie nach mehr als anderthalb Jahren auf ihre Keimkraft prüfte, waren sie sämtlich schon tot. Erst bei der Probe aus dem Juni 1917 ließ sich wieder die Lebenszeit feststellen, sie betrug 26 Monate, im folgenden Monat fast ebensoviel. In den folgenden Monaten habe ich leider keine Macrocysten erhalten können, weil ich bei der oben beschriebenen schweren Gefährdung des Lebens des Plasmodiums Monate hindurch nur auf seine Erhaltung und Vergrößerung bedacht sein mußte. Die Sklerotien vom November 1917 hatten nur noch 18 Monate Lebensdauer. Auch in den folgenden Monaten brachten Verluste durch Sporenbildung und das langsame Wachstum Lücken, so daß ich keine brauchbaren Sklerotien erhielt. Die Probe vom April 1918 blieb 16 Monate am Leben, die vom Mai, die sehr gesund war, verlor ihre Keimkraft fast in derselben Zeit.

Verbindet man die so erhaltenen Teile der Kurve, so erhält

man ungefähr eine gerade Linie; der Verlust der Keimkraft wäre also der Zeit proportional, eine einfache lineare Funktion des Alters. Leider widersprechen dieser Regel aber die Werte, die zwischen dem Dezember 1916 und Mai 1917 liegen. Die Lebensdauer sinkt hier plötzlich auf einen ganz niedrigen Wert, etwa 18 Monate; später aber erholt sie sich wieder und wächst nun einige Monate, statt geringer zu werden, sogar an. Der nächstliegende Gedanke wäre, hier eine Schädigung durch irgendwelche äußere Einflüsse anzunehmen, und es ist wohl sicher, daß diese auch in zweiter Linie eine Rolle spielen. Aber nur deshalb können sie es, weil das Plasmodium sich jetzt in einer Periode innerer Schwäche befindet, die auf die vorangegangene ungewöhnliche Erhöhung der Lebenskraft folgt und es gegen äußere Wirkungen empfindlicher macht. Auf innere Gründe läßt auch das ganz gleichmäßige Verhalten der Plasmodien in den verschiedenen Schalen schließen, auch die äußerlich durchaus normale und gesunde Beschaffenheit der Sklerotien, ihre helle Farbe und regelmäßige Krustenbildung widerspricht der Annahme primärer, besonders ungünstiger Einwirkungen von außen. Die Depression, unter der das Plasmodium in diesen Monaten stand, äußert sich auch in dem starken Abfall der Wachstumskurve vom Dezember an und in der erhöhten Sterblichkeit, deren Daten ich oben angegeben habe.

Die wahre Kurve für die Dauer des latenten Lebens wird wahrscheinlich so verlaufen, daß sie erst mächtig ansteigt, dann erst langsam, plötzlich schnell sinkt und nach einiger Zeit von einer mittleren Höhe an geradlinig absteigt. Ich habe sie in das Coordinatennetz als eine Reihe kleiner Kreuzchen eingetragen.

V.

Es bestehen Bedenken, aus den Beobachtungen nur eines Plasmodiums allgemeine Regeln abzuleiten. Schon die Besonderheiten des kurzlebigen Plasmodiums P. I zeigen, wie gefährlich es ist, hier zu verallgemeinern. Ich muß aber doch auf einige Beziehungen aufmerksam machen, die als Grundsätze der weiteren Untersuchung der Plasmodien wichtig sind. Es handelt sich hier um eines der ältesten und wichtigsten physiologischen Probleme, den Zusammenhang zwischen latentem und aktivem Leben.

Aus der Verlängerung der beiden Kurven, die in das Netz eingezeichnet sind, kann man ungefähr schließen, in welcher Entfernung diese die Abscisse schneiden, wie lange also das Plasmodium noch gelebt haben würde. Der Wert, den man so durch Extrapolation erhält, liegt offenbar zwischen 1 und 1½ Jahren. Der

natürliche Tod des Plasmodiums würde also nach 3—3½ Jahren eingetreten sein.

Nach ungefähr derselben Zeit, 3 Jahren 4 Monaten, sterben aber auch diejenigen Sklerotien ab, die aus einem jungen Plasmodium kurze Zeit nach der Erweckung gewonnen worden sind. Wir kommen also zu einem merkwürdigen Resultat. Im ausgetrockneten und im aktiven Zustand verliert das Plasma in derselben Zeit seine Lebenskraft.

Setzt sich die Dauer des Daseins zum Teil aus aktivem, zum Teil aus latentem Leben zusammen, so erhalten wir folgende Übersicht:

Monate des aktiven Lebens	Maximum der Monate des latenten Lebens	Summe
1	25	26
1½	40	41½
2	39	41
3	38	41
4	37	41
5	35	40
6	34	40
7	33	40
8—13	18—25?	26—38?
14	26	40
15	26	41
19	18	37
24	16	40
25	16	41

Also auch hier dasselbe Ergebnis, daß das Leben in einer bestimmten Zeit erlischt, gleichgültig ob ein Teil aktiv oder ein Teil latent gewesen ist. Eine Abweichung von der Regel ergibt sich nur im Anfang, dann während der Depression vom 8. bis 13. Monat, und schließlich im 19. Monat. Die letzte erklärt sich wohl aus der Beschaffenheit des damals sehr schwachen Plasmodiums.

Diese konstante Summe ergibt sich aber nur unter der Bedingung, daß man erst die Dauer des aktiven und dann die des schlummernden Lebens feststellt. Wenn beide ohne Rücksicht auf ihre Reihenfolge fortdauernd abnähmen, könnte ja die Lebenskraft überhaupt nur kurze Zeit vorhalten. Das Plasma muß über irgend einen Mechanismus verfügen, von Zeit zu Zeit neue Energie anzusammeln. Das geschieht beim Eintrocknen oder bei der Sporenbildung. Aber wir erkennen aus dem hier hervortretenden Gesetz,

daß durch den Vorgang der Sklerotienbildung die Verjüngung zwar vorbereitet wird, daß aber der trockene Protoplast keine Macht über die neuen Kräfte besitzt. Während seiner Ruhezeit ist er auf die mehr oder minder erschöpften Mittel des Plasmodiums angewiesen, aus dem er entstanden ist.

Gleich nach der Befeuchtung des Sklerotiums beginnt die Reorganisation. Bemerkenswert ist, daß die neue Energie nicht sofort vorhanden ist, sondern eine gewisse Zeit braucht, bei P. VII etwa $1^1/_2$ Monate, um sich voll zu entfalten. Die ersten Sklerotien, die während dieser Vorbereitungszeit gewonnen sind, zeigen noch eine stark verminderte Lebensdauer. Auf die hohe Anspannung der Energie, die in unserem Falle fast ein halbes Jahr dauert, folgt dann eine Zeit der Erschlaffung, die für das Leben sehr gefährlich ist, schließlich nach Erlangung eines Gleichgewichts eine Periode stetiger und ruhiger Abnahme.

Es wäre vor allem erwünscht, über die Zeit der Depression nähere Aufschlüsse zu erhalten. Bei P. I scheint sie auch vorhanden zu sein. Ich habe die Lebensdauer der Sklerotien geprüft, die ihre Keimungskraft ja auch nur kurze Zeit bewahren durften, wenn tatsächlich das Plasmodium nur die kurze Vegetationszeit besaß, die ich früher beobachtet hatte. Von verschiedenen Macrocysten, die ich prüfte, starben aber die kräftigsten erst nach 27 Monaten ab. Daraufhin habe ich schon 1914 eine ganze Reihe von Sklerotien aus verschiedenen Lebensaltern neu erweckt und die kräftigsten weitergezogen. Ich konnte sie ohne Schwierigkeit drei Monate erhalten und ließ sie dann bei bester Gesundheit eintrocknen. Die Täuschung der kurzen Lebenszeit von P. I war *dadurch entstanden, daß die Sklerotien aus einem zu jungen Plasmodium stammten und in der Zeit der Depression zugrunde gingen.*

Vor allem wichtig wäre es aber, die Abhängigkeit der Verjüngung vom Lebensalter der Plasmodien festzustellen. Kann ein Plasmodium wieder auf die Höhe der alten Lebensdauer gebracht werden, wenn es schon lange Zeit vegetiert hat? Wie weit kann ein Sklerotium, das fast bis zum Erlöschen der Keimkraft trocken gelegen hat, bei erneuter Befeuchtung die Energie des alten Plasmodiums regenerieren? Das sind Fragen, die möglichst zahlenmäßig untersucht werden müssen. Erst dann können wir eine Erklärung der eigentümlichen Vorgänge versuchen. Die einfachste Vorstellung, die sich aufdrängt, wäre ja die eines Stoffes als Spenders dieser Energie. Er müßte eine Beschaffenheit ähnlich wie das Radium und eine bestimmte Zerfallsperiode haben. Das Plasma wäre im Besitz der Mittel, diesen Stoff durch die Austrocknung

wieder in den Zustand hoher potentieller Energie zurückzuversetzen oder ihn neu zu bilden.

Ich habe die Untersuchungen fortgesetzt. Nach dem, was ich bisher übersehen kann, scheint das Verjüngungsvermögen alter Plasmodien und Sklerotien überraschend groß zu sein. Um aber sichere Zahlen zu erhalten, ist die Beobachtung gesunder und langlebiger Plasmodien notwendig. Diese erfordern wieder die geduldige und langweilige Pflege von Jahren. Vielleicht ist es mir vergönnt, wenigstens einige der eben aufgeworfenen Fragen nach einer Reihe von Jahren zu beantworten.

VI.

Der Austrocknung also verdankt das Plasmodium die Verjüngung. Es muß ein Vorgang sein, der tief in die Struktur des Plasmas eingreift.

Genauere Angaben über die Bildung und Erweckung der Sklerotien hat bisher nur ARTHUR LISTER (1888) gegeben. In seiner Monographie (1911, S. 14) stellt er folgende Beobachtungen zusammen: „Das Körnchenplasma zieht sich zu abgerundeten Massen zusammen, die von Hyaloplasma umgeben sind. Die Auswurfstoffe werden abgestoßen, und eine häutige Zystenwand bildet sich um jede Masse, die 10 bis 20 Kerne enthält. Die Zysten packen sich dann zu dicken Klumpen von unregelmäßiger Gestalt zusammen, die zu einer hornigen Konsistenz eintrocknen. Die Veränderungen in den Begrenzungslinien der reifenden Sklerotien erklären sich aber nicht allein aus der Schrumpfung der eintrocknenden Zysten, sondern auch aus amöboiden Bewegungen der Randzysten, die man unter dem Mikroskop häufig untereinander kriechen sieht. Das Sklerotium von *Badhamia utricularis* kann 3 Jahre nach der Eintrocknung durch Befeuchtung mit Wasser wieder belebt werden. Ein frisches Sklerotium geht in wenigen Stunden in den Zustand des strömenden Plasmas über; aber nach mehr als einjähriger Ruhezeit muß es einige Tage feucht gehalten werden, ehe die Strömung beginnt. Dann werden die Zystenwände absorbiert, und die Inhaltskörper verschmelzen. Häufig sind Teile alter Sklerotien nicht mehr erweckungsfähig; sie dienen dann als Nahrung für das neu belebte Plasmodium, in dessen Adern, wie man sehen kann, die Zysten fortgeführt und aufgebrochen werden."

Man kann sich leicht von der Richtigkeit dieser Angaben überzeugen. Auf zytologische und physiologische Einzelheiten des Vorgangs der Eintrocknung und Erweckung will ich bei späterer Gelegenheit eingehen. Das Wesentliche dieser Zystenbildung

scheint darin zu bestehen, daß die Kerne vor der Eintrocknung über das Plasma gleichmäßig verteilt werden, so daß auf jeden Plasmaklumpen eine ganz bestimmte Zahl von Kernen kommt. Zwischen Kern und Plasma findet offenbar eine Wechselwirkung statt.

Ich halte diese Annahme für um so wahrscheinlicher als auch vor der Sporenbildung, die ja auch zu derselben Verjüngung führt, sich eine ganz ähnliche Klumpenbildung beobachten läßt. Allerdings sind die Vorgänge dort sehr verwickelter Art, weil der Klumpenbildung die Reduktionsteilung der Kerne vorangeht und die Sporenbildung mit der Absonderung der gefärbten und sehr differenzierten Sporenhäute nachfolgt. Bei *Badhamia* sind alle drei Vorgänge so miteinander verknüpft, daß sich das Klumpenstadium nur in besonders günstigen Fällen abhebt. Bei anderen Familien, Liceaceen, Stemoniteen, auch Trichiaceen, ist es aber sehr deutlich. Wenn zu viel Kerne in einen Plasmaklumpen geraten, so werden die überzähligen aufgelöst.

Der Gedanke, daß bei beständigem vegetativen Wachstum von Zeit zu Zeit ein Ausgleich zwischen Kern und Plasma durch eine Rekonstruktion der Zelle stattfinden muß, ist namentlich in der zoologischen Literatur öfters geäußert worden; er liegt ja auch der bekannten Lehre von der Kern-Plasmarelation RICHARD HERTWIGs zu grunde. Bisweilen wird auch die Entstehung der Sexualität auf einen derartigen Ausgleich zurückgeführt.

Die Verjüngung des Plasmodiums durch das Sklerotium zeigt aber, daß der Vorgang von allen sexuellen Prozessen ganz unabhängig stattfinden kann. Der Plasmodium hat die Fähigkeit, die mit der Sporenbildung verbundene Verjüngung von dieser loszulösen, und für sich allein eintreten zu lassen.

So liefert das Plasmodium einen einleuchtenden Beweis dafür, daß die Verjüngung ein durchaus selbständiger Vorgang neben der Fortpflanzung und der Befruchtung ist. Die drei Prozesse der Verjüngung, der Fortpflanzung und der Befruchtung sind bei höheren Pflanzen und Tieren zu einem einzigen Akt verbunden. Sie erschienen deshalb der naiven Betrachtung zunächst als notwendig zusammengehörig. Man weiß seit langem, daß Fortpflanzung im Sinne von Vermehrung und Befruchtung nicht miteinander verbunden sein müssen. Aber auch die Verjüngung, die auch bei niederen Formen fast immer entweder mit der Fortpflanzung oder der Befruchtung verkuppelt ist, gehört nicht notwendig zu ihnen. Dem Range nach sind die drei Prozesse sehr verschieden: Die Verjüngung erhält das Leben des Individuums, die Vermehrung

das Leben der Art, die Befruchtung steht wohl mit säkularen Vorgängen in Zusammenhang, deren Bedeutung wir zur Zeit noch nicht übersehen.

Auf die Frage nach dem Zwecke der Verjüngung geben uns die Beobachtungen an Plasmodien nicht die Antwort, die man erwarten sollte. Bei den vielzelligen Tieren und Pflanzen sieht man, wie ich eingangs erwähnte, eine funktionelle Abnutzung mancher Gewebe als unvermeidlich an. Im Plasmodium ist sicher eine gewisse Abnutzung vorhanden, man kann aber im Zweifel darüber sein, ob man sie als funktionell bezeichnen darf. Denn die Zersetzung des rätselhaften Stoffes, von dem das Leben dem Anschein nach abhängt, findet ja im trocknen Zustand des Plasmas genau so wie im lebenden statt. Man könnte also nur dann in einem gewissen Sinne von Abnutzung sprechen, wenn man auch während der Ruhe des Plasmas in den Sklerotien noch eine schwache Lebenstätigkeit annimmt.

Trotz dieser Verschiedenheiten, die zwischen einem Plasmodium und einem vielzelligen Tier- oder Pflanzenkörper bestehen, muß darauf hingewiesen werden, daß der Ablauf des Lebens Ähnlichkeiten aufweist. Auch hier können wir von einer Jugend, einem mittleren Lebensalter und einem Greisenalter sprechen. Bei meinem langlebigen Plasmodium, das eine Lebensdauer von fast $3^1/_2$ Jahren hatte, dauert die Jugend, die Zeit der Kraft und des Wachstums, etwa ein halbes Jahr; auf sie folgt eine kritische Zeit der Schwäche und erhöhten Sterblichkeit. Dieselbe Periode findet sich beim Menschen, wo nach Abschluß der Wachstumsperiode gewisse Krankheiten (Tuberkulose, Dementia praecox usw.) überhand nehmen und den Organismus vernichten können. Dann folgt eine Zeit der Erholung und verhältnismäßig langsamer Abnahme der Lebenskraft. Sie dauert etwa zwei Jahre und geht allmählich in das Greisenalter über. Mein Plasmodium starb etwa im Beginn dieser Zeit des langsamen Verfalls.

Die Zeiten des mittleren Lebensalters und des Greisenalters gelangen aber nur bei künstlicher Verlängerung des Lebens im Laboratorium zur Beobachtung. In der Natur verharrt das Plasmodium in den feuchten Herbstmonaten wohl höchstens 4—6 Wochen im vegetativen Zustand, es lebt also nur in der Jugendzeit. Irgend ein Wechsel der Witterung bewirkt entweder der Übergang in den Macrocystenzustand oder die Sporenbildung. Mit beiden ist eine neue Verjüngung verbunden. In diesem Sinne ist also dem Plasmodium eine ewige Jugend verliehen.

Literatur.

ARTHUR LISTER, Notes on the plasmodium of *Badhamia utricularis* and Brefeldia maxima. Annals of botany. II. 1888.

—, A monograph of mycetozoa. II. Edition revised by Gulielma Lister London 1911.

GEORG KLEBS, Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. III. Allgemeine Betrachtungen. Pringsheims Jahrbücher XXXV. 1900.

E. KORSCHELT, Lebensdauer, Altern und Tod Beiträge zur pathol. Anatomie und allgem Pathologie. Bd. 68. Jena 1917.

M. MÖBIUS, Beiträge zur Lehre von der Fortpflanzung der Gewächse. Jena 1897.

(2.) P. Lindner: Das Biosproblem in der Hefeforschung.

Als Bios bezeichnete 1901 E. WILDIERS in „La Cellule" Bd. XVIII diejenige Substanz, die unbedingt vorhanden sein muß, wenn eine Entwicklung der Hefe in einer gezuckerten mineralischen Nährlösung Platz greifen soll. WILDIERS hatte durch die Annahme dieser Substanz den 1859 aufgestellten PASTEURschen Satz, daß die Hefe in der letzteren allein wachsen könne, umgestoßen.

Wie er zu solcher Annahme kam, soll kurz angedeutet werden: Er wollte die Bildung der phosphorhaltigen Verbindungen, wie der Phosphate, Nukleine und Lecithine in den Gärflüssigkeiten verfolgen und durch möglichst geringe Hefeaussaat die Zugabe neuer Phosphormengen so gut wie ausschalten.

Zu seinem Erstaunen bemerkte er, daß sich die Hefe in der mineralischen Nährlösung nicht vermehrte und auch eine sichtbare Gärung unterblieb bezw. erst eintrat, wenn eine größere Aussaat gegeben wurde.

Es war ihm also dasselbe Mißgeschick begegnet, das 1869 LIEBIG bei genauer Wiederholung der PASTEURschen Versuche erfahren und zu dem berühmten Streit zwischen den beiden geführt hatte. PASTEUR hatte 1871 LIEBIG nach Paris eingeladen, um vor ihm jede gewünschte Hefemenge lediglich aus gezuckerter mineralischer Lösung herzustellen. LIEBIG war dieser Einladung wegen seines hohen Alters aber nicht gefolgt, und so war PASTEURs Behauptung bis 1901 unbestritten geblieben.

WILDIERS war zunächst peinlich berührt, dem berühmten Schöpfer der Biochemie widersprechen zu müssen, und wandte sich an verschiedene Spezialisten im Gärungsfach um Rat, wie er der geringen Hefenaussaat, die in Würze und anderen geeigneten Nährlösungen ohne weiteres anging, auch in der Minerallösung auf die Beine helfen könne. Aber was man ihm auch empfahl: Tüchtige Durchlüftung der Nährlösung vor der Impfung, Hinzufügen von Asparagin oder Anwendung von Invertzucker statt des gewöhnlichen Rohrzuckers, nichts half, außer eine kräftigere Aussaat oder die Zugabe geringer Mengen einer Abkochung von

Hefe. Zugabe ausgekochter Hefezellen war ohne Einfluß, ebenso die Zugabe von Hefenasche.

Also nur der Hefenextrakt enthielt „Bios". Aus ihm die wirksame Substanz zu isolieren, war die Aufgabe, der sich eine Reihe belgischer Forscher im biologischen Laboratorium des Instituts Carnoy, in welchem auch WILDIERS seine ersten Versuche gemacht hatte, mit großem Eifer jahrelang unterzogen. WILDIERS hatte gefunden, daß Bios eine in Wasser sehr leicht lösliche, in Alkohol und Äther unlösliche Substanz sein müsse, die leicht dialysierbar und schwer durch Säure und Alkali zu verändern sei, auch nicht in die Asche übergehe.

Im Jahre 1906 veröffentlichte DEVLOO in „La Cellule" Bd. XXIII die Ergebnisse zahlreicher Versuche, das Bios möglichst rein darzustellen. Trotz großer Mühe ist jedoch kein endgültiges Resultat erzielt worden; er glaubt, daß das Bios eine Base sei, die in den Lecithinen an der Seite oder, was wahrscheinlicher, an der Stelle des Cholins vorhanden ist, die aber augenscheinlich mit dem Cholin keine Verwandtschaft hat. Auf Einzelheiten der Arbeit einzugehen, hat hier keinen Zweck.

Wir wollen uns aber einige Angaben von WILDIERS noch vormerken, die wir später verwerten können: So, daß die Minerallösung nach der Sterilisation zum Zweck der Lüftung 24 Stunden stehen bleibt und dann erst geimpft wird.

Die Minerallösung hatte folgende Zusammensetzung: 200 g Wasser, 20 g Zucker, je 0.5 g Magnesiumsulfat, Chlorkalium, Chlorammonium, Binatriumphosphat und 0,1 g Kalziumkarbonat. Als Zucker wurde zeitweise Invertzucker, später aber, als sich mit diesem bessere Resultate nicht erzielen ließen, gewöhnlicher Rohrzucker verwandt.

Da bei geringer Aussaat die Flüssigkeit noch tagelang Sauerstoff aufnehmen kann, hätte nach der üblichen Auffassung von der günstigen Wirkung des Sauerstoffs auf das Wachstum der Hefe die Vermehrung alsbald in Gang kommen müssen.

Nun wurde aber das Gegenteilige beobachtet: Vermehrung und Gärung blieb aus. War der Zucker rein? fragt FERNBACH und auch W. WINDISCH, der namentlich auf die oligodynamischen Wirkungen von Metallen bezw. Metallsalzen, insbesondere von Kupfersalzen, hinweist.

Wirkt das Bios etwa solchen Giften entgegen? fragt AMAND, und stellt die Versuche so an, daß Gefäße und Nährsalze frei von jeder Metallsalzverunreinigung sind. Auch bei reinen Substanzen bleibt nach ihm bei geringer Aussaat Wachstum aus. Bios, der

mineralischen Nährlösung zugesetzt, fördert das Wachstum der *Hefe und wird* dabei *aufgezehrt*, denn das *Filtrat* wirkt nicht *wachstumsfördernd*. Auch die beim Versuch entstandene und *dann ausgekochte Hefe lieferte* kein oder nur ganz wenig Bios. Also neuer Widerspruch: Hefe verzehrt Bios, bildet aber kein neues während des Versuches.

KOSSOWICZ fand bei Aussaat von einer einzigen Zelle zunächst kein Wachstum, bei geringer Einsaat Wachstum und Kohlensäureentwicklung, wenn auch keine sichtbare Gärung. Diese trat jedoch auf bei Anwesenheit von Kahmhefen oder Schimmelpilzen, die sich in der Minerallösung gut entwickeln. Nach ihm sind diese Organismen Bioslieferanten und das Bios eine organische Stickstoffverbindung. Bemerkenswert ist die Angabe von KOSSOWICZ, daß in den Vakuolen vieler Zellen (von *Saccharomyces ellipsoideus*) große Fettkörner auftreten. Ähnliches berichtet CHRZASZCZ, der, auf meine Anregung hin, die WILDIERSschen Versuche wiederholte: „Das Plasma ist in den meisten Zellen (Riesenzellen) stark granuliert, man sieht oft auch große Öltropfen." (Versuche mit der Brennereihefe, Rasse II.)

HENRY impfte 500 ccm mineralischer Nährlösung mit 3 Tropfen einer Würzekultur verschiedener Hefen und erzielte befriedigende Vermehrung, übertrug dann von dieser Gärung eine geringe Flüssigkeitsmenge auf frische mineralische Nährlösung und erhielt eine rasche Entwicklung, obwohl die Hefe der ersten Gärung doch schon alles Bios aufgezehrt haben mußte und neues nicht zu bilden imstande sein sollte.

Auch PRINGSHEIM hat „Über die Biosfrage und die Gewöhnung der Hefe an gezuckerte Nährlösungen" Versuche angestellt; er erklärt die Hefenentwicklung bei größerer Einsaat durch das Freiwerden organisch gebundener Nährstoffe aus absterbenden Zellen; bei geringer Impfung fällt diese Hilfe für die Zellen weg. Durch wiederholtes *Überimpfen in frische mineralische Nährlösungen trat eine derartige Gewöhnung an denselben ein, daß nun auch einzelne Zellen in solchen angingen.*

Auch bei größerer Einsaat läßt die erste Gärung in mineralischer Nährlösung lange auf sich warten, während eine Überimpfung daraus in frische ebensolche Lösung schon nach wenigen Tagen Gärung erzeugt. Solche durch mehrfache Überimpfungen akklimatisierte Zellen versagen später auch nicht, wenn sie einzeln zur Aussaat gelangen.

Neuerdings hat HANS NAUMANN auf ALFRED KOCHs Vorschlag Untersuchungen über die Lebenstätigkeit von Sproßpilzen

in mineralischen Nährlösungen wieder aufgenommen, und in einer umfangreichen gründlichen Dissertationsschrift in der Zeitschrift für technische Biologie veröffentlicht. In dieser ist von ihm auch die geschichtliche Entwicklung der Biosfrage eingehender behandelt. Er arbeitet mit der gleichen Weinhefe, die PRINGSHEIM benützt hat, und findet auch bei Aussaat von nur 5 Zellen auf 10 ccm LAURENTscher Minerallösung keine Vermehrung und Gärung, selbst nicht nach 40 Tagen, dagegen bei Aussaat von 50 Zellen, die nach 3 Tagen bereits Sprossung, nach 10 Tagen Gärung und nach 40 Tagen 21 Millionen Zellen Ernte ergaben. Mit steigender Aussaat kommt die Sprossung schon am 2. Tage, die Gärung am 7. bezw. 6. Tage zustande, und die Ernte steigt bis 30 Millionen Zellen. Statt breiter Gefäße wählte er enge Reagensröhrchen, um den Eintritt der Gärung besser kontrollieren zu können. Auch NAUMANN ist der Ansicht, daß bei Aussaat von 50 Zellen die eintretende Vermehrung einsetzt infolge der aus den absterbenden Zellen herausdiffundierenden Stickstoffverbindungen. Je mehr Zellen ausgesät wurden, desto intensiver setzte Vermehrung und Gärung ein.

Zusatz von stickstoffreiem, gebranntem Zucker nach dem Vorgang von LINDET vermochte einzeln ausgesäten Zellen nicht zur Entwicklung zu verhelfen, dagegen Zusatz von Tannin- und Huminsubstanzen, die geringe Stickstoffmengen enthalten. Auch geringe Mengen von Pepton und Harnstoff halfen der einzelnen Zelle über die Wachstumsschnelle hinweg und ermöglichten Vermehrung. In demselben Sinne meint er, daß Kahmhefen und Schimmelpilze wirken, die, in einzelnen Zellen ausgesät, leicht und schnell in mineralischer Lösung angehen. Sie scheiden nach einiger Zeit stickstoffhaltige Verbindungen aus, und diese sind es, nicht das hypothetische Bios, welche einzeln ausgesäten Hefezellen zum Wachstum verhelfen.

NAUMANN hat auch die Entwicklung einzelner Zellen in Tröpfchenkulturen mit LAURENTscher Lösung, in der das schwefelsaure Ammon mit weinsaurem Ammon vertauscht wurde, beobachtet und gefunden, daß nach 8 Tagen keine Entwicklung eingetreten war, daß jedoch die Zellen eine starke Lichtbrechung aufwiesen.

Wir finden hier also die gleiche Beobachtung stark lichtbrechender Zellen, die KOSSOWICZ und CHRZĄSZCZ schon auffielen. NAUMANN meint, daß einzeln ausgesäte Zellen nur Wachstum und Vermehrung zeigen, wenn ihnen organischer Stickstoff zur Verfügung steht. In mineralischer Nährlösung wirke eine so geringe Dosis davon ähnlich wie ein leicht vergasbarer Brennstoff

beim Antrieb eines Motors, der mit schwerer vergasbarem arbeiten soll. Hat ersterer den Verbrennungsmotor erst in Gang gebracht, dann läuft er auch mit letzterem weiter.

Diese Theorie hat viel Bestechendes, trifft jedoch nicht den *Kernpunkt* des Biosproblems.

Zunächst die homöopathische Dosis von löslichen Stoffen, die aus absterbenden Zellen herausdiffundieren sollen: Angenommen, es seien 10 % der Aussaatzellen schwach. Bei Aussaat von 50 Zellen auf 10 ccm wären 5 Zellen da, die mit ihren Stoffwechselprodukten die 45 übrigen zum Aussprossen veranlassen würden. Bei Aussaat von je 5 Zellen wird nicht jedesmal eine schwache Zelle beigemischt sein, da ja erst auf 10 Zellen eine solche kommt. Wäre eine solche aber zufällig zugegen, so müßten *die 4 übrigen Zellen ebensogut angehen, wie die 45 Zellen.*

Nun liegt aber die Sache bei der NAUMANNschen Versuchsanstellung in engen Reagensgläschen insofern günstig, als die Zellen sich am Boden ziemlich nahe beieinander absetzen und der Weg, den die Stoffwechselprodukte von der kranken zu den gesunden Zellen zurücklegen, ein nur kurzer ist und die Wirkung danach schneller eintreten muß, als bei räumlich weit auseinanderliegenden Zellen in Gefäßen mit breitem Boden.

Ob aber selbst eine schwächliche Zelle bei Gegenwart von reichlich Zucker Stickstoff in löslicher Form abgibt, ist sehr die Frage. Eine plasmareiche Zelle sproßt in reiner 5 %iger Zuckerlösung mitunter zu Sproßverbänden von 6—8 Zellen aus und wird dabei außerordentlich fettreich. Daß sie für ihre Nachkommen alle Plasmateilchen nutzbar gemacht hat, ist ohne weiteres ersichtlich. Das Fett bildet sie aber nur, wenn sie reichlich Sauerstoff zur Verfügung hat: ohne solchen hört das Sproßvermögen nach Bildung kleinerer Verbände auf, aber die Zellen sind dann eiweißreicher als die bei Sauerstoffgegenwart gewachsenen; sie stellen eine Eiweißgeneration dar, die gewöhnlich auch durch die Größe der Zellen und Vakuolen ausgezeichnet ist, für die übrigens die Säure verantwortlich gemacht werden muß, die bei der Entziehung des Ammoniaks aus dem Ammonsalz frei wird. Bei Luftabschluß diffundiert der gebildete Alkohol wohl sehr schnell aus der Zelle heraus.

Bei Sauerstoffgegenwart hält ihn die Zelle fest und wandelt ihn in Fett um. Der Alkohol ist hier nicht mehr Exkrement, sondern Nährstoff für die Zelle. Ohne Sauerstoff keine Fettbildung, auch wenn reichlich Zucker und Alkohol zugegen. Wenn

eine Hefe reichliche Granulationen aufweist, zeigt sie dadurch an, daß sie mit Sauerstoff in Berührung gewesen.

Wo wir stark granulierte Hefenformen bekommen, dürfen wir nicht erwarten, daß die Alkoholausbeute der Gärungsgleichung entspricht. Wo wir stark verfettete Zellen vorfinden, wie in der Oberfläche der Würzegelatinekulturen, da ist die Annahme durchaus begründet, daß die Fettmassen aus umgewandeltem Alkohol stammen, der aus der Tiefe der Kultur an die Oberfläche gelangt ist. Die Bildung von Fett aus Alkohol geht aber auch da vor sich, wo letzterer in Dampfform an die Zelle herantritt.

Diese Tatsache muß man einmal selbst mikroskopisch verfolgt haben, um ihre fundamentale Bedeutung in der Frage, ob Alkohol ein Gift für die Zelle sei, zu erfassen.

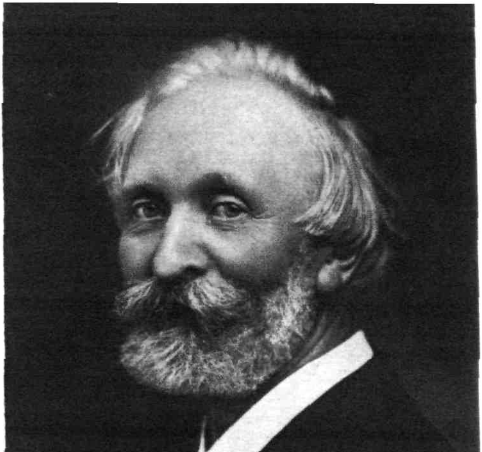
Auch die Hefenzelle kann aber unmäßig im Genuß desselben werden, und dann wird sie eben ein kleines Mastschwein mit vielleicht 40—50 % Fett und verliert die Fähigkeit, noch weiter zu sprossen. Je kärglicher die Stickstoffnahrung, desto langsamer die Sprossung, desto stärker aber die Verfettung. Dieser Fall liegt in den mineralischen Nährlösungen vor. Die Ammonsalze sind nur allmählich zur Plasmasynthese zu verwerten, inzwischen aber setzt die Fettsynthese aus Alkohol ein und lähmt dann das Sproßvermögen. Wo die Zellen in lufthaltiger Lösung sehr vereinzelt liegen, werden sie sich mit Sauerstoff reichlich versehen können und den Alkohol gar nicht erst an die Lösung abgeben, sondern gleich verarbeiten.

Anders, wo Zellen nahe aneinander gelagert sind. Hier wird durch die Konkurrenz der Sauerstoff sogleich verteilt und wohl vielleicht zur Sprossung verwertet, aber zur Fettbildung langt es nicht mehr, überdies hat sich um die Zellgruppe auch Kohlensäure angereichert. Je nachdem ich eine beimpfte Lösung in ein offenes Spitzglas bringe oder in eine Petrischale ausgieße, werde ich völlig unterschiedliche Vegetationen erhalten, der Unterschied wird noch größer werden, wenn ich eine dritte Portion in einem bis zum Kork gefüllten Fläschchen dicht verschließe.

Der Streit, ob LIEBIG eine einem kleinen Stecknadelkopf entsprechende Aussaat gegeben hat, PASTEUR dagegen einen etwas kräftigeren Stecknadelkopf zum Vorbild genommen hat, kommt uns heute kleinlich vor. Wichtiger ist, wie viel Luft bereits von den Lösungen, die beide benutzt, aufgenommen war, als sie geimpft wurden. Noch wichtiger aber als die endgültige Lösung der Biosfrage ist die Feststellung der Tatsache, daß der Alkohol in ausgezeichneter Weise zur Fettbildung in der Hefe

benutzt wird und so ein wichtiger Baustein für die Zelle werden kann, insbesondere für unsere Kulturhefen. Die Behauptung von GEORG TRIER, daß der Alkohol von der Hefe lediglich wie ein Exkrement ausgestoßen wird, oder die von BOKORNY, daß die Bierhefe ein zur Fettbildung wenig geeigneter Organismus ist, sind beide irrig. Auf die erstere hat TRIER aber in erster Linie seine Grundlagen des Antialkoholismus aufgebaut. Diese Grundlagen sind somit durchaus hinfällig[1]).

1) In der Wochenschrift für Brauerei 1920 Nr. 3 habe ich inzwischen auch die Unstimmigkeiten bei Assimilationsversuchen, zu denen minimale Hefeaussaaten benutzt wurden, zu erklären versucht.



Nachrufe.

Hermann Vöchting[1]).

Von

HANS FITTING.

(Mit Bildnis.)

Ein schwerer Verlust hat die Botanik am 24. November 1917 durch den Tod HERMANN VÖCHTINGs in Tübingen betroffen, eines ihrer originellsten und erfolgreichsten Forscher, der unserer Wissenschaft neue Bahnen gewiesen hat.

Einfach und schlicht, wie bei so vielen namhaften Gelehrten, ist der Lebensgang des Verstorbenen gewesen. HERMANN VÖCHTING wurde am 8. Februar 1847 in dem fürstlich Lippeschen Städtchen Blomberg als Sohn des Handelsgärtners FRIEDRICH VÖCHTING und seiner Ehefrau MARIA, geb. MEISSNER, geboren. Unter Pflanzen und Blumen ist er mit zwei Brüdern und einer Schwester in der Nelkenzüchterei seines Vaters aufgewachsen, dem er schon in jungen Jahren zur Hand gehen mußte. Was war natürlicher, als daß er sich für den Gärtnerberuf bestimmt fühlte. Nachdem er die dazu erforderliche Schulbildung durch 3jährigen Besuch der Rektorschule in Blomberg, einer Mittelschule, erworben hatte, trat er mit 16 Jahren als Gärtnerlehrling in den fürstlichen Lustgarten zu Detmold ein. Schon damals regten sich aber in ihm

1) Wertvolle biographische Angaben fand ich in dem „Fürstlich Lippischen Kalender auf das Jahr 1919", der S. 83/84 einen anonymen Nachruf auf VÖCHTING enthält. Herr Geheimrat CONWENTZ hatte die Güte, mich darauf aufmerksam zu machen und mir ein Exemplar des Kalenders zur Verfügung zu stellen. Ferner konnte ich den Nachruf von SENN in den Verhandl. d. Naturforsch. Gesellschaft Basel, Band 30, 1918 und die mit dem Titel „HERMANN VÖCHTING zum Gedächtnis" gedruckten, bei der Bestattungsfeier gehaltenen Reden benutzen. Mancherlei wertvolle Einzelheiten verdanke ich dem nun ebenfalls verewigten Freunde VÖCHTINGs Geheimrat PFEFFER, ferner Herrn Geheimrat BERTHOLD in Göttingen, Frau von VÖCHTING in Tübingen, und besonders Herrn Kollegen LEHMANN in Tübingen, das sprechend ähnliche, ausgezeichnete Bild aus dem Jahre 1909 der Güte von Frau von VÖCHTING. Die Unterschrift stammt aus dem Jahre 1912.

naturwissenschaftliche Neigungen, die ihn dazu trieben, seine kleinen Ersparnisse zum Ankauf wissenschaftlicher Bücher zu verwenden, im Besonderen aber die Liebe zur Scientia amabilis im weiteren Sinne des Wortes. Mit leuchtenden Augen erzählte VÖCHTING noch in seinem Alter auf Exkursionen gelegentlich in der ihm eigenen zwanglosen, fröhlichen Art von den botanischen Streifzügen, die er als Knabe mit gleichgesinnten Jugendfreunden in die nähere und fernere Umgebung seines Heimatortes bis tief in den nahen Teutoburger Wald unternommen hat. In dem Apotheker WESSEL in Detmold, dem Verfasser einer Flora des Fürstentums Lippe, fand er dabei tatkräftige Hilfe und verständnisvollen Rat. So erwarb er sich schon als Knabe die floristischen Kenntnisse, die es ihm in seinem späteren akademischen Berufe bis in seine letzten Jahre ermöglichten, erfolgreich botanische Exkursionen zu leiten. Auf diese Kenntnisse legte er auch sehr großen Wert. Wie wichtig, ja unerläßlich eine einigermaßen gesicherte Kenntnis der heimischen Pflanzenwelt auch für den wissenschaftlichen Botaniker und gerade für den Ordinarius sei, dem die Ausbildung in Botanik vor allem anvertraut ist, das hat er dem Schreiber dieser Zeilen gegenüber oft und nachdrücklich betont.

Nach 3jähriger Lehre in Detmold nahm VÖCHTING anfangs des Jahres 1867 eine Gehilfenstelle am kgl. Botanischen Garten in Berlin an. Der damalige Gartendirektor ALEXANDER BRAUN wurde auf den hochbegabten, begeisterungsfähigen und hochstrebenden Gartengehilfen aufmerksam, der seine freie Zeit dazu verwendete, wie schon zuvor in Detmold und Blomberg, die empfindlichen Lücken seiner Schulbildung auszufüllen und sich mit Botanik zu beschäftigen. Die Anregungen, die VÖCHTING nun durch BRAUN empfing, vertieften seinen heißen Wunsch, Naturwissenschaften zu studieren. Entgegen dem Rat von BRAUN, der ihn gern als Gärtner behalten wollte und deshalb den Drang nach Höherem in ihm nicht gerne sah, da er meinte, daß sich wissenschaftliches Streben mit der Gärtnerlaufbahn doch sehr wohl vereinigen lasse, ja darin sogar sehr angebracht sei, gab er deshalb im Juli 1868 die Gehilfenstelle auf, um sich in Berlin nunmehr vom Wintersemester 1868 ab 2 Jahre lang ausschließlich dem Studium der Naturwissenschaften und der Mathematik zu widmen. ALEX. BRAUN, MAGNUS, HOFMANN, QUINKE, WEIERSTRASS, DU BOIS-REYMOND, ROTH, ASCHERSON, KNY und PRINGSHEIM waren seine Lehrer. Besonders beeinflußten ihn rein menschlich und in seinen allgemeinen naturwissenschaftlichen Anschauungen

der geistvolle und ideal gesinnte ALEXANDER BRAUN, als dessen Schüler sich VÖCHTING in herzlicher Verehrung stets dankbar bekannt hat, ferner KNY, der ihn in die mikroskopischen Untersuchungsmethoden einführte. Vor allem aber hätte er das Glück, zu dem scharfsinnigen und kritischen PRINGSHEIM in nähere Beziehungen zu kommen. Schon im Winter 1869 finden wir ihn in dem Privatlaboratorium, das PRINGSHEIM in seinem Hause in der Bendlerstraße gastlich geöffnet hatte, wißbegierig botanischen Studien hingegeben, zusammen mit gleichstrebenden jungen Botanikern, wie REINKE, HIERONYMUS, CARL MÜLLER und PFEFFER, so daß schon hier der Grund zu den engen freundschaftlichen Beziehungen zu diesem gelegt wurde, die später für VÖCHTING bedeutungsvoll werden sollten. PRINGSHEIM scheint den jungen VÖCHTING ganz besonders in sein Herz geschlossen, große Hoffnungen auf seine wissenschaftliche Zukunft gesetzt und sich seiner aufs wärmste angenommen zu haben. Als der deutsch-französische Krieg ausbrach, meldete sich VÖCHTING von Regiment zu Regiment als Kriegsfreiwilliger, wurde aber überall wegen zu schmaler Brust abgewiesen. Infolgedessen kehrte er im August 1870 nach Blomberg zurück, um die erworbenen Kenntnisse nunmehr im Gärtnerberufe zu verwerten. Er gab aber auch dort seine in Berlin begonnenen wissenschaftlichen Arbeiten nicht ganz auf, sondern vollendete nun seine erste Abhandlung über *Myriophyllum* (1871). Im Jahre 1871 ging er dann für ein Vierteljahr ins Ausland, nach Kew, um in dem großen botanischen Garten seine gärtnerischen Kenntnisse noch weiter zu vertiefen. Dort fand er zugleich Gelegenheit, seine Formenkenntnis der Rhipsalideen zu vervollständigen.

PRINGSHEIM war es, der sich wenig später seiner erinnerte und über sein ferneres Schicksal entschied, indem er ihm im Jahre 1872 die Assistentenstelle in seinem Privatlaboratorium anbot, um ihm die Möglichkeit zu weiterer wissenschaftlicher Betätigung zu verschaffen. Mit Freuden ging VÖCHTING im Herbst 1872 auf dieses ihm hochwillkommene Angebot ein. Seine Aufgabe bestand hier im wesentlichen darin, PRINGSHEIM bei seinen wissenschaftlichen Arbeiten zur Hand zu gehen. So fertigte er gemeinsam mit seinem Lehrer die 8 schönen Tafeln an, die PRINGSHEIMs bekannte Arbeit „Über den Gang der morphologischen Differenzierung in der Sphacelarien-Reihe" zieren. In dieser Stellung fand VÖCHTING Zeit, sich auf das Doktorexamen vorzubereiten, zu dem er sich Ende des Jahres 1872 nicht in Berlin, sondern, offenbar wegen seiner nach den Berliner Promotionsbestimmungen nicht ausreichenden Vorbildung, in Göttingen bei dem Botaniker und Dekan

BARTLING mit der durch BRAUN und KNY in Berlin geförderten Arbeit über die Rhipsalideen meldete. Die Dissertation wurde von dem Referenten „für eine der besten derartigen Arbeiten" erklärt, „die ihm in den letzten Jahren bekannt geworden" seien. Der mündlichen Prüfung unterzog sich VÖCHTING am 11. Januar 1873 in den Fächern der Botanik und der Physik; das Ergebnis fiel so aus, daß ihm der erste Grad zuerkannt werden konnte. Die gedruckte Dissertation, die nur den ersten, allgemeinen, Teil der Rhipsalideenabhandlung enthält, ist „seinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. N. PRINGSHEIM Berlin" „in innigster Dankbarkeit" gewidmet.

Im April 1874 nahm der junge Doktor die Assistentenstelle am botanischen Institute der Universität Bonn bei HANSTEIN an. Im gleichen Jahre bewarb er sich bei der dortigen Philosophischen Fakultät um die venia legendi in Botanik und Pharmakognosie. Wenn HANSTEIN ihn auch der Fakultät sehr warm und mit richtigem Blick „als einen Mann von ungewöhnlicher Gewandtheit und Zuverlässigkeit in der mikroskopischen Forschung und von bedeutenden und allseitigen Kenntnissen" empfahl, von dem er nicht zweifeln könne, „daß er einmal ein sehr tüchtiger Lehrer und Forscher sein wird", so wurden doch von verschiedenen Naturwissenschaftlern der Fakultät gegen die Zulassung schwere Bedenken vorgebracht wegen der Unzulänglichkeit in dem früheren Bildungsgange des Bewerbers. Eine warme Empfehlung PRINGSHEIMs und Fürsprache HANSTEINs half sie schließlich überwinden. So ist VÖCHTING einer von den vielen wahrhaft Tüchtigen gewesen, denen es auch in den hinter uns versunkenen besseren Zeiten unseres Vaterlandes ohne behördliche Abstempelung gelungen ist, sich durchzusetzen und in einer seiner Veranlagung gemäßen Laufbahn aufzusteigen. Die Probevorlesung fand über den anomalen Stammbau der Melastomaceen statt; als Thema der Antrittsvorlesung wurde „Das Aussterben der Kulturrassen" gewählt.

In Bonn begann VÖCHTING nun, physiologisch zu arbeiten. Hiermit schlug er zum ersten Male eigene Wege der Forschung ein, die sogleich außerordentlich wichtige Ergebnisse zeitigen sollten. Sehr glückliche und angeregte Jahre in ernstester Arbeit und stiller Zurückgezogenheit sind es gewesen, die er in dem schönen Bonn verbracht hat, belebt durch den Umgang mit älteren und gleichaltrigen bedeutenden Naturforschern, wie HANSTEIN, PFLÜGER, der an seinen Entdeckungen regsten Anteil nahm, PFEFFER, an den er sich besonders eng anschloß und mit dessen

weiteren äußeren Lebensschicksalen die seinigen späterhin eng verbunden bleiben sollten, und dem Astronomen SEELIGER. „Was es heißt“, schrieb VÖCHTING dem Verfasser dieser Zeilen einmal, „in einem größeren Kreise junger Männer anregenden und vielseitigen Umgang zu genießen, das habe ich in meiner Bonner Zeit in reichem Maße erfahren und genossen. Noch heute schweben mir jene Jahre als Eldorado vor der Seele, und damals geschlossene Freundschaften haben sich als fest fürs Leben erwiesen. Mit dem einen der damals gewonnenen Freunde verbrachte ich im letzten Herbste (1909) eine Woche in Rheinfelden. Unser Umgang war genau so frisch und lebhaft, wie einst, und doch hatten wir uns in dreißig Jahren nur wenige Male kurz gesehen“.

Als PFEFFER im Jahre 1877 das Ordinariat in Basel übernahm, wurde VÖCHTING das frei gewordene Extraordinariat und die Kustodenstelle an den Botanischen Anstalten in Bonn übertragen. Aber schon im nächsten Jahre, 1878, konnte er einem ehrenvollen Rufe auf das Ordinariat in Basel folgen, da PFEFFER inzwischen nach Tübingen übergesiedelt war. Die vorläufige Mitteilung, worin er die Ergebnisse seiner Untersuchungen über Organbildung an Pflanzen in PFLÜGERs Archiv (1877) niederlegte, hatte mit Recht die Aufmerksamkeit der Basler Universität auf ihn gelenkt. Neun gesegnete Jahre, wiederum reich an wissenschaftlichen Erfolgen, folgten nun den Bonner Anfängen in dem alten und noch so engen Basler botanischen Institute. Auch in Basel erwarb er sich liebe Freunde. So trat er unter anderem in engere Beziehungen zu dem Juristen und vortrefflichen Botaniker HERMANN CHRIST und zu dem Chirurgen AUGUST SOCIN, der ihm wertvolle Aufschlüsse über die Erfahrungen mit Transplantationen am Tierkörper gab und hiermit über Fragen, denen VÖCHTING in Basel neben anderen vor allem sein Interesse und seine Arbeitskraft zuwandte. Besonders innig verwuchs er aber für immer dadurch mit der oberrheinischen Hochschule und den eingesessenen Geschlechtern der alten Patrizierstadt, daß er sich mit der Tochter des Ratsherrn CARL BURCKHARDT das Glück des eigenen Heims gründete. Als im Sommer 1887 PFEFFER einen Ruf nach Leipzig annahm, war es wiederum VÖCHTING, der zu seinem Nachfolger auserkoren wurde. Der kleinen schwäbischen Hochschule, wo er die stolze Reihe bedeutender Botaniker MOHL, HOFMEISTER, SCHWENDENER, PFEFFER würdig fortsetzte, ist er alsdann bis zu seinem Lebensende treu geblieben. Hier fand er in der Stille der Kleinstadt mit ihrer köstlichen Umgebung die Muße, seine Forschungen zu fördern und in einem kleinen angeregten Kreise gleichgesinnter

Freunde seine vielseitigen Interessen zu pflegen, ohne sich im Unterricht oder in sonstigen Amtspflichten erschöpfen oder in größerer Geselligkeit aufgehen zu müssen. In einem Briefe aus dem Jahre 1912 schreibt er einmal: „Sie wissen, wie sehr ich die Ruhe genieße, wie sehr sie meiner Natur entspricht. Wenn die Schulmeisterei nicht immer mehr zunähme, wäre der Ort idealisch". So eng verwuchs er mit dem schwäbischen Boden, daß er sich nicht dazu entschließen konnte, ehrenvolle Rufe, z. B. nach Kiel und München, anzunehmen. Er mochte fühlen, daß sein Naturell einer größeren Stellung wohl kaum gewachsen gewesen wäre, und daß er keine innere Befriedigung darin gefunden hätte, sich gegen alle Hemmnisse und Reibungen, die damit untrennbar verbunden sind, kraftvoll durchzusetzen.

Still und zurückgezogen, schlicht und ein wenig altfränkisch, dem lauten Treiben der Welt mit allen ihren Nichtigkeiten abhold lebte er nun hier jahraus, jahrein mit Liebe und Begeisterung seiner Wissenschaft und seiner Arbeit, erlesenen geistigen Genüssen und seinem Familienkreise, in dem ihm 3 Söhne und eine Tochter aufwuchsen. Die nötige Erholung brachten im Semester abendliche Spaziergänge in die nähere Umgebung des Städtchens, oft in Gemeinschaft des physiologischen Chemikers HÜFNER oder des Physikers PASCHEN; in den Ferien mehrstündige Wanderungen, eine mehrwöchige Herbstreise, in der Regel in seine geliebten schweizer Berge und auf das Familiengut seiner Frau im Jura unfern von Basel, oder in späteren Jahren wohl auch ein kurzer Frühlingsaufenthalt in Baden-Baden, wo er nicht selten mit seinem Freunde PFEFFER zusammentraf. Oft hat er es in späteren Jahren bedauert, daß er keine Gelegenheit gefunden hatte, wie manche von uns Jüngeren, durch Einblicke in die Wunder des Pflanzenlebens fremder Länder seine botanische Ausbildung zu vervollständigen. Wie würde gerade er mit seinem für alles Schöne und Eigenartige so empfänglichen Gemüte solche Reisen genossen haben! Für die Förderung der Probleme, in die er sich rastlos versenkte, brauchte er freilich solche äußeren Anregungen nicht. Trotz aller Zurückgezogenheit blieb reiche äußere Anerkennung nicht aus. Die Göttinger und die Berliner Akademie ernannten ihn zum korrespondierenden Mitgliede, die Universität Leipzig anläßlich ihres Jubiläums zum Ehrendoktor der Medizin und die Universität Cambridge bei der Feier von DARWINs hundertstem Geburtstage zum Doktor der Künste und Wissenschaften. „Die beiden Doctoren, der in Cambridge bei der DARWIN-Feier und der in Leipzig bei der großen Universitäts-Feier verliehen", heißt

es in einem Briefe, „waren mir eine große Überraschung und, wie ich gern gestehe, besondere Freude. Die beiden Körperschaften, von denen sie ausgingen, standen mir ja persönlich fern und es kam daher die Theilnahme an meinen Bestrebungen um so reiner zum Ausdruck. Männern, die, wie ich, still für sich leben, an Versammlungen nicht theilnehmen, wenns noth thut, ungeschminkt die Wahrheit sagen, passieren solche Dinge gewöhnlich nicht. Doch Sie wissen ja, wie ich darüber denke".

Unter den Stürmen des Weltkrieges, der auch ihn mit Sorgen um zwei seiner Söhne nicht verschonte, hat er schwer gelitten. Seinen tragischen Ausgang und die Versklavung seines Volkes durch einen Friedensvertrag, wie er demütigender und schmählicher noch kaum in der Weltgeschichte von triumphierenden Feinden ersonnen worden ist, zu erleben, davor hat ihn ein gütiges Geschick bewahrt. Nachdem noch im Februar 1917 sein 70. Geburtstag mit einer den Zeitverhältnissen entsprechenden schlichten, ihn beglückenden Feier begangen worden war, stellte sich im Laufe des Sommersemesters eine beängstigende Abnahme seiner Kräfte ein. Ein Ferienaufenthalt in der Schweiz brachte nicht die erhoffte Besserung. Er mußte eine Klinik in Basel aufsuchen, wo sich sein Zustand als hoffnungslos herausstellte. Ein Sarkom am Herzen, dessen operative Entfernung nicht mehr möglich war, zehrte mehr und mehr an seinen Kräften. Nach Tübingen zurückgekehrt, mußte er sich bald wieder in klinische Behandlung geben. Ein sanfter Tod nahte sich ihm am 24. November 1917 als Erlöser von schweren, geduldig getragenen Leiden, am Ende eines vollendeten Lebens. —

Wer mit VÖCHTING in Berührung kam, trat sofort in den Bann einer bedeutenden Persönlichkeit von ganz eigenartigem Zauber. Schon sein Äußeres, sein edelgeschnittener Kopf, seine leuchtenden blauen Augen, mußten für ihn einnehmen. Herzensfreundlich, milde und gütig verstand er es mit goldenem Humor und durch die ihm eigene hohe Begeisterungsfähigkeit für alles Schöne und Große des Lebens, die ihm bis ins hohe Alter die Frische und das Feuer eines Jünglings verlieh, nicht ganz unbewußt des Besitzes solcher beneidenswerten Gaben, die Menschen für sich zu gewinnen und an sich zu fesseln, zumal er dem Gespräch stets eine bedeutende Wendung zu geben wußte. Mit sehr glücklichem Optimismus und der ihm angeborenen Heiterkeit vermochte er sich über alles Schwere des Lebens hinwegzusetzen, das auch ihn (in seiner Familie) nicht verschonte. Unangenehmen Dingen und lästigen Geschäften, die ihn in seinen Arbeiten stören

konnten, so auch dem Rektorat, ging er gern aus dem Wege. Öffentlich auftreten zu müssen, liebte er nicht. Er gefiel sich in einem reichen Innenleben.

Im Besitze einer reichhaltigen, sorgfältig gepflegten Bibliothek und auserlesener Kunstblätter, war er, schönheitsdurstig, eifrig bemüht, das Schöne, wo er es fand, zu genießen, in der Literatur aller Völker, in der bildenden Kunst, in der Musik, in der Natur; aber nirgends oberflächlich herumnippend, sondern immer bestrebt, die Eindrücke, die ihn oft in seinem Innersten packten, in sich zu verarbeiten, ohne viel Aufhebens von solchen Neigungen zu machen und doch bedürftig, andere, bei denen er auf wirkliches Verständnis hoffen konnte, an seinen Freuden teilnehmen zu lassen. Und daneben erfüllte ihn ein tiefer Drang, durch Studium philosophischer, physikalischer und mathematischer Werke sich eine seinem Wesen entsprechende Weltanschauung zu erarbeiten. Zu diesen Zwecken eignete er sich auch mit eisernem Fleiße die Kenntnis der alten Sprachen, die ihm in der Jugend vorenthalten worden war, so weit an, daß er in Tübingen sogar Mitglied des Kränzchens Gräca werden konnte, in dem alte Klassiker in den Ursprachen gelesen wurden. So war er in der Überzeugung, daß die einfachsten Freuden doch die besten Freuden des Lebens sind, immer rastlos bestrebt, im Stillen an sich und an der Vollendung seiner Persönlichkeit zu arbeiten, die in ihrer Weltweisheit und Tiefe, in ihrer Vielseitigkeit und doch Geschlossenheit, in ihrer edlen harmonischen Abgeklärtheit und Ruhe etwas ästhetisch schönes und imponierendes, ja klassisches hatte und die an die Ideale seiner großen Vorbilder GOETHE und SPINOZA gemahnte. Dabei war ihm jede Überhebung und Rechthaberei fremd; freundlich und wohlwollend blieb er bis in sein Alter gegen Jedermann, auch gegenüber einfachen, kleinen Leuten, von Verständnis auch für ihre Freuden und für die Freuden der Jugend erfüllt. Berühmt geworden sind unter den Studierenden Tübingens die fröhlichen Bowlen in Niedernau, wodurch er alljährlich die letzte Exkursion des Sommersemesters mit den Teilnehmern zu beschließen und zu feiern pflegte.

Mit solchen Eigenschaften war VÖCHTING ein hervorragender Lehrer, einer der beliebtesten in Tübingen, und ein nachsichtiger, milder Examinator. Durch die Klarheit, Schönheit und ruhige Sicherheit seines begeisternden Vortrages verstand er es, den jüngeren Semestern die Botanik nahe zu bringen. Auf sie waren auch seine Vorlesungen besonders zugeschnitten, da er sehr wenig vorauszusetzen pflegte. Weit weniger Einfluß hat er auf die

älteren Studierenden ausgeübt. So hat er auch eine eigentliche Schule nicht begründet, überhaupt niemals einen größeren Kreis von vorgeschrittenen Arbeitern um sich versammelt. Er fürchtete die Fronarbeit, die hiermit oft verbunden ist, wenigstens wenn die Arbeiten sich über das Mittelmaß erheben sollen. Auch erwartete er zuviel Selbständigkeit und stellte infolgedessen zu hohe Anforderungen. Wer aber, etwa mit der soliden Vorbildung des Tübinger Stiftes, genügend gefestigt und genügend selbständigen Geistes in sein Laboratorium eintrat, den wußte er mit seinem hohen wissenschaftlichen Streben ganz zu erfüllen und dadurch einen wertvollen Schatz fürs Leben mitzugeben; da in der Pädagogik am wertvollsten eben doch die Persönlichkeit ist, das große Vorbild, das Nacheiferung weckt. So ist ernste, sorgfältige Arbeit von fast allen denen für die Wissenschaft geleistet worden, die in seinem Laboratorium als Studierende, Assistenten oder Dozenten geforscht haben. Leider brachte VÖCHTING der Ausgestaltung und Weiterbildung seines Institutes allzu wenig Interesse entgegen, selbst da, wo sich ihm dazu ohne Kämpfe leicht Gelegenheit geboten hätte. Er scheute den Zeitverlust und alle die Aufregungen, die mit solchen Verwaltungsarbeiten verbunden sind. So hat er freilich seinem Nachfolger eine drückende Last und schwere Aufgaben hinterlassen, die zu lösen zumal nach dem schlimmen Ausgange des Krieges nicht allzu leicht sein dürfte. Eifriger nahm er sich, wenigstens in jüngeren Jahren, mit seinen reichen gärtnerischen Erfahrungen des hübschen Gartens an. Denn der praktischen Pflanzenzucht blieb sein Interesse stets zugewandt. Besonders die Liebe zu den Ziernelken, den Pfleglingen seiner Jugendjahre, hat ihn durchs ganze Leben begleitet. Auch ihre Geschichte hat er eingehend verfolgt, wie ein leider unvollendetes Manuskript zeigt. Mit blühenden Nelken in der Hand hat ihn FRITZ BURGER in einem vortrefflichen Ölbilde für die Nachwelt festgehalten. —

„Es ist viel Arbeit gewesen", diese Worte VÖCHTINGS, die er kurz vor seinem Tode über sein letztes großes Buch gesprochen hat, lassen sich als Motto über sein ganzes botanisches Lebenswerk schreiben. Was diesem an Vielseitigkeit fehlt, wird reichlich aufgewogen durch die hohe Bedeutung seiner Ergebnisse. Sagt man doch nicht zu viel, wenn man VÖCHTING als den eigentlichen Begründer eines neuen, außerordentlich wichtigen Zweiges der Botanik, ja der Biologie, nämlich der Entwicklungsphysiologie, bezeichnet, die zu fördern und auszubauen er sich zeit seines Lebens

angelegen sein ließ. Vielerlei vereinigte sich in VÖCHTING, was ihm gerade in dieser Richtung große Erfolge verschaffte: die gründliche morphologisch-anatomische Schulung, die er in Berlin durch BRAUN, KNY und PRINGSHEIM sich erworben hatte, naives künstlerisches Entzücken an den Formgestaltungen der Organismen, *die Freude am Experiment*, der Sinn für Exaktheit des Denkens, das zu üben er während seines ganzen Lebens durch Lektüre physikalischer und mathematischer Werke nicht müde wurde, und nicht zuletzt vielseitige praktische Erfahrungen in der Pflanzenzucht und eingehende Kenntnis der Kulturmethoden der Gärtner. Durch sachgemäße und liebevolle Pflege seiner Versuchspflanzen glückte es ihm, Fragen in Angriff zu nehmen, zu deren Bearbeitung anderen Botanikern das Geschick oder der Mut fehlte, *und Probleme zu lösen, die der Aufmerksamkeit der ausschließlich* theoretisch vorgebildeten Fachgenossen entgangen waren. Zudem mangelte ihm bei aller Freude an Einzelheiten, an sorgfältiger und sauberer Kleinarbeit, die wir an allen seinen Arbeiten trotz ihrer dadurch gelegentlich bedingten, etwas ermüdenden Breite bewundern müssen, der kritische Blick für die großen Zusammenhänge nicht; vielmehr wußte er mit seiner hohen allgemeinen, philosophisch gerichteten Geistesbildung aus seinen Beobachtungen stets, wenn auch kritisch und vorsichtig, weitgehende Folgerungen zu ziehen, selbst da, wo er auf heftigen Widerstand rechnen mußte und wo er Modeströmungen ins Gesicht schlug. Auch bewahrte er sich unverbildet durch bloße Laboratoriumserziehung und unbeeinflußt von herrschenden Lehrmeinungen den gesunden Blick des Praktikers, der die Pflanzen mit ihren Ansprüchen und in ihrer Eigenart als lebende Gebilde genau kennen gelernt hat, und übersah infolgedessen nicht die letzten bedeutungsvollen Probleme, die die lebende Pflanze mit dem Geheimnis ihrer Organisation der wissenschaftlichen Forschung bietet, mit dem geraden Verstande des wahrhaft originellen und bedeutenden Forschers, der zugleich mit einfachen Versuchen den richtigen Weg zu ihrer Lösung zu finden weiß.

Deskriptive und experimentelle Anatomie und Pathologie, die Probleme der Regeneration, Transplantation und Polarität des Pflanzenkörpers, die Abhängigkeit der Bildung und Formgestaltung der Knollen und Blüten von äußeren und inneren Bedingungen, die Ursachen der Blattstellungen, die Ursachen für die Richtungen der Blüten, Blätter und Sproße, das waren im wesentlichen die Fragen, die ihn immer und immer wieder in langjährigen Versuchen beschäftigten. Solche Arbeitsweise erforderten auch seine Probleme,

um ihre Lösung wahrhaft fördern zu können. So sind viele seiner Abhandlungen das Ergebnis jahrzehntelang fortgesetzter Untersuchungen, die er vor ihrem Abschluß ängstlich den Blicken der Fachgenossen vorzuenthalten pflegte, aus Furcht, es möchten ihm seine Gedanken und Entdeckungen vorweggenommen werden. So war in Tübingen das kleine Versuchsgewächshaus, das der Südwestseite des Institutes angebaut ist, sein ausschließliches, verschwiegenes Reich, in das selbst seinen Vertrauten nur in seltenen, glücklichen Stunden die Gunst des Einlasses gewährt wurde. Mit Freude erinnert sich der Verfasser dieser Zeilen solcher Augenblicke, wo dann VÖCHTING mit leuchtenden Augen und hoher Begeisterung die seltsamen Gestalten vorzuführen pflegte, die zu schaffen seinem experimentellen Geschick oft erst nach manchem Mißerfolg gelungen war. Daran pflegten sich meist angeregte theoretische Erörterungen und befriedigte Rückblicke auf früher Erreichtes anzuschließen, gelegentlich wohl auch manche bittere Bemerkungen über Kollegen, die seine Arbeiten nicht genügend beachtet oder mißverstanden, seinen Folgerungen nicht zugestimmt oder mehr oder weniger heftige Angriffe gegen ihn gerichtet und dadurch seine leichte Verletztlichkeit geweckt hatten, wovon er freilich, lebensklug wie er war, in seinen Arbeiten und den ihm aufgezwungenen, verhaßten Polemiken sich wenig anmerken ließ, da er im wissenschaftlichen Kampfe nicht den Hieb, sondern Sachlichkeit und die Ermittelung überzeugender Tatsachen für die richtige Parade hielt.

Eine erste Gruppe von Arbeiten (1872, 1873/74, 1875), die im wesentlichen in Berlin angeregt worden ist, beschäftigt sich mit rein deskriptiv anatomischen Fragen. Sie läßt schon den späteren Meister anatomischer Forschung erkennen, trägt aber doch insofern noch das Gepräge von Anfängerarbeiten, als sie weder wie die späteren Untersuchungen von bestimmten Problemstellungen ausgeht, noch auch Eigenart der Durchführung verrät, sondern sich eng an andere ähnliche Arbeiten jener Zeit anschließt. In der ersten Abhandlung, die sich mit der Entwicklungsgeschichte von *Myriophyllum* beschäftigt und die aus Blomberg Februar 1871 datiert ist, wird der Nachweis erbracht, daß im Stengelvegetationspunkt dieser Pflanze keine innere Scheitelzelle vorkommt, wie SANIO für *Hippuris* und *Elodea* behauptet hatte. Die zweite Arbeit „Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Rhipsalideen“ (1873/74), in Berlin unter BRAUN und KNY begonnen, aber erst in der Assistentenzeit bei PRINGSHEIM abgeschlossen, ging von einer Untersuchung der Beziehungen der

von VÖCHTING entdeckten Rinden- und Markbündel zu dem normalen Bündelring im Stengel aus. Bald wurde aber VÖCHTINGs Aufmerksamkeit auch auf die eigentümlichen Bauverhältnisse der Epidermis, auf die Entstehung der Achselknospen und ihrer endogen angelegten Beiknospen gelenkt. VÖCHTING zeigte als einer der ersten Botaniker, daß anatomischen Bauvariationen, bei den Rhipsalideen der Epidermis, systematischer Wert zukommen kann. In dem ersten Abschnitt der Abhandlung, der sich mit der äußeren Morphologie dieser eigenartigen Gewächse beschäftigt und als Dissertation selbständig veröffentlicht worden ist, wurden auch die Blattstellungsverhältnisse genauer behandelt, die zu den unregelmässigsten und schwankendsten im ganzen Pfanzenreich gehören. Hier und da wird auch der Versuch gemacht, Beziehungen zwischen den Baueigentümlichkeiten dieser xerophytischen Kakteen und ihrer Lebensweise, ihrem Standort, aufzudecken; es sind aber leider nur Ansätze geblieben, die die Arbeit nicht so beleben, wie es vielleicht damals bereits möglich gewesen wäre. Doch wurde schon bei diesen Untersuchungen VÖCHTINGs Aufmerksamkeit auf bedeutungsvolle Probleme gelenkt, die ihm die Anregungen zu späteren, wichtigen Untersuchungen gegeben haben.

Auch die dritte dieser deskriptiv anatomischen Arbeiten über den Bau und die Entwicklung des Stammes der Melastomeen wurde in Berlin bei PRINGSHEIM begonnen. Offenbar waren es auch bei diesen viel kultivierten Gewächsen die eigenartigen morphologischen Verhältnisse, die VÖCHTING fesselten. Die Entwicklung der Vegetationspunkte, der Bau und Verlauf der Stengelbündel, wiederum mit besonderer Berücksichtigung der Rinden- und Markbündel, die auch bei dieser Familie vorkommen, werden eingehend behandelt.

Erst in Bonn konnte VÖCHTING seine Schwingen freier entfalten und seiner Neigung folgen, „sich der physiologiscben Seite unserer Wissenschaft zuzuwenden". Er betrat nun das Gebiet, das seiner Begabung am besten entsprach, und in dem er auch seine großen wissenschaftlichen Erfolge erzielen sollte. Bei den anatomischen Studien an den Rhipsalideen drängte sich die Frage auf, durch welche Ursachen die Stellung der Luftwurzeln an den Sprossen von *Lepismium radicans* bedingt werden; das Licht schien der wesentliche Faktor zu sein. Gleich bei den ersten einleitenden Versuchen trat der eigentümliche innere Gegensatz zutage, der bei den Regenerationsvorgängen zwischen der morphologischen Spitze und Basis eines Sprosses besteht. Dadurch aber wurde VÖCHTINGs Aufmerksamkeit von den bis dahin in ihrer

Bedeutung für die Formgestaltung überschätzten äußeren Bedingungen auf die im Organismus wirkenden inneren oder konstitutionellen Bedingungen gelenkt, die man bis dahin nicht genügend berücksichtigt hatte. Dadurch ergab sich für VÖCHTING zum ersten Male ganz klar das Grundproblem der Entwicklungsphysiologie: die exakte, analytische Ermittelung der äußeren und inneren „Kräfte" (Bedingungen), welche den Ort der Anlage und der *Ausbildung von Pflanzenteilen bestimmen*, und hiermit der Anlaß zu umfassenden und tief eindringenden U n t e r s u c h u n g e n ü b e r d i e P o l a r i t ä t d e r G e w ä c h s e, die ihn bis an sein Lebensende nicht wieder losließen, um das Wesen der von ihm entdeckten Polarität immer schärfer zu erfassen.

Schon die Jahre 1876 und 1877 brachten über diese Untersuchungeneine Anzahl kürzerer vorläufiger Mitteilungen, von denen die im Archiv für Physiologie 1877 „Ueber Theilbarkeit im Pflanzenreich und die Wirkung innerer und äußerer Kräfte auf Organbildung an Pflanzentheilen" die eingehendste und wichtigste ist, da hierin bereits fast alle wichtigen Tatsachen und Schlußfolgerungen sich finden, die später in den beiden Teilen der „Organbildung" ausführlicher behandelt worden sind; sie wurde auf Wunsch PFLÜGERs veröffentlicht, der aus Vorträgen VÖCHTINGs in der niederrh. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn (1876a—c) mit klarem Blicke die hohe Bedeutung seiner Entdeckungen auch für die allgemeine Physiologie erkannt hatte. Im Jahre 1878 folgte alsdann der erste, seinem Freunde PFEFFER gewidmete Teil des selbständigen Buches „Ueber Organbildung im Pflanzenreich. Physiologische Untersuchungen über Wachstumsursachen und Lebenseinheiten". Durch eingehende Versuche wird hier dargelegt, daß dekapitierte Stengel- und Wurzelstücke in jeder Lage ganz unabhängig von äußeren Bedingungen, wie etwa der Schwerkraft, stets am morphologisch oberen Ende Knospen, am unteren aber Wurzeln treiben, daß dagegen bei Blättern und blattähnlichen Sprossen begrenzten Wachstums Sprosse und Wurzeln an den basalen Enden regeneriert werden. Sonach ist man imstande, im Stengel oder in einer Wurzel aus einem jeden noch teilungsfähigen Zellkomplex je nach der Lage, die man ihm in dem herausgeschnittenen Stück gibt, eine Wurzel oder einen Sproß hervorgehen zu lassen. Ebenso hat es der Experimentator, wie schon in der vorläufigen Mitteilung in PFLÜGERs Archiv mitgeteilt wird, in der Hand, eine Knospe zu einem Lang- oder zu einem Kurztrieb, zu einem Blütensproß oder einem Dorn auswachsen zu lassen, also das wichtige morphologische Problem der Metamorphose

experimentell zu lösen. Klarer als jemals vorher wird aus diesen und aus anderen Tatsachen gefolgert, daß eine jede Zelle des Pflanzenkörpers totipotent ist (in der jetzigen Terminologie der Entwicklungsphysiologie), und daß es in erster Linie innere, *konstitutionelle Bedingungen, nämlich die jeweiligen Orte am Pflanzenkörper*, d. h. also die Gesamtheit aller Elemente der Totalität, sind, die das Schicksal, den Bau und die Funktion, der Anlagen (der Zellen oder Zellgruppen) bestimmen, dagegen erst in zweiter Linie äußere Kräfte, von denen im Verlauf der Untersuchung Schwerkraft, Licht, Berührung mit Wasser, mit festen Körpern und aufgezwungene Krümmungen als bedeutungsvoll erkannt wurden. Das eigentliche Problem der höheren Individualität und somit des Wesens der organischen Einheit (und zugleich eine der wichtigsten Fragen der Entwicklungsphysiologie) besteht nach VÖCHTING darin, die Ursachen festzustellen, weshalb morphologisch gleiche Gebilde eines Organismus, die Zellen, eine verschiedenen *Zwecken angepaßte differente Ausbildung erfahren. Diese Ursachen* beruhen der Hauptsache nach, sagte damals VÖCHTING ähnlich wie lange vorher JOHANNES MÜLLER und LOTZE, in den gegenseitigen Beziehungen, welche zwischen den Elementen einer Einheit bestehen. So ist es bei den gleichwertigen Knospen eines *Zweiges der Abstand von seinem Ende, der die verschiedene* Energie ihres Austreibens bedingt. Aufgeworfen wird in diesem Zusammenhange auch schon die Frage, ob vielleicht die Lebenseinheit so aufzufassen sei, daß der gesamte protoplasmatische Inhalt aller Zellen sich verhält, wie die einheitliche Masse e i n e r Zelle, eine Frage, die erst später von anderer Seite durch die Entdeckung der Plasmodesmen eine Lösung fand. Auf die Frage, warum *überhaupt ein herausgeschnittenes* Stengel- oder Wurzelstück eine Ersatztätigkeit zu entfalten beginnt und das fehlende zu ergänzen sucht, lautet die Antwort, weil durch die Entfernung der übrigen Teile in ihm besondere „Kräfte" (Bedingungen) wach werden, die sich vor allem, aber verschieden an Spitze und Basis des Stückes äußern. Und es wird, wenn auch noch sehr zurückhaltend und vorsichtig, der erste Versuch gemacht, das Wesen dieser „inneren Kräfte" zu erfassen. Absichtlich hat es VÖCHTING in dem Buche vermieden, dafür den Ausdruck Polarität zu gebrauchen, da er durch die spekulative Naturphilosophie in schlimmen Ruf gebracht worden sei. Und das war auch gut so, da ohnehin in VÖCHTINGs Gedankengängen noch mancherlei unklar blieb, was übrigens bei der Neuheit und großen Schwierigkeit des Problems nicht wundernehmen kann, aber doch jetzt und später manche Fachgenossen

abzustoßen und die hohe Bedeutung seiner Entdeckungen und Folgerungen zu verschleiern geeignet war. Ob es e i n e Kraft ist oder mehrere, sei fraglich. „Wahrscheinlich ist, daß der beobachtete Effect die resultirende Wirkung einer ganzen Summe von Kräften darstellt", die „eine Function des morphologischen Ortes an der Einheit" sind, in dem morphologischen Aufbau der Einheit ihren Sitz haben, dem ganzen Organismus, aber auch schon jedem knospenlosen Internodium angehören und (durch Korrelation) an den beiden Polen das Maximum ihrer Wirkung ausüben. Und diese Kräfte seien erblich. Die Polarität des Stengels, der Wurzel, beruhe wahrscheinlich auf dem unbegrenzten Wachstum dieser Gebilde, die des Blattes auf seiner Neigung zu begrenztem Wachstum. Die entsprechende Wachstumbefähigung behalten nämlich auch alle Dauerzellen dieser Organe. „Denn da das ganze Gebilde nur aus einer größeren oder geringeren Summe von constituirenden Elementen besteht, so muß ein Charakter, den das Ganze trägt, sich auch am Einzelnen zeigen, oder vielmehr von diesem ausgehen". Unklar bleibt, wie sich eine solche Annahme mit der Totipotenz der Zellen vereinigen lassen soll. Unterbricht man nun das Wachstum der Sprosse oder der Wurzeln durch Einschnitte, so setzt sich dasselbe an den ihnen nächststehenden, schon vorhandenen oder dort erst erzeugten Anlagen fort. Mit dieser Annahme wird aber doch noch nicht verständlich, warum die Spitze gerade Sprosse, die Basis Wurzeln bildet!

Im Anschluß an seine Untersuchungen über Polarität wendet sich VÖCHTING in dem Buche der uralten Frage zu, ob es möglich ist, eine *Pflanze umzukehren. Er selbst habe dies nicht erreichen* können. Aber nach den bestimmten Angaben von LEEUWENHOEK, DUHAMEL u. a. sei gewiß nicht daran zu zweifeln, daß eine Umkehrung der Pflanze gelingen werde „Sicher aber ist, daß die letztere mit großen inneren Schwierigkeiten verbunden ist, die sich erst sehr allmählich überwinden lassen. Diese inneren Widerstände dürften sich aber in den meisten Fällen in ganz bestimmter Weise äußern". Erst viel später konnte VÖCHTING zeigen, wie richtig diese Vermutung war.

So ist also VÖCHTING bei diesen Untersuchungen von einer einfachen Fragestellung aus zu den Grundproblemen nicht nur der Formbildung, sondern auch der Organisation der Pflanzen gelangt; er entwickelt eine Auffassung vom Verhältnis der Zellen und Zellgruppen zur Totalität, zum Ganzen, d. h. vom Wesen der Pflanzen als lebender Organismen, die den damals in der Pflanzenphysiologie herrschenden Anschauungen zuwiderlief. Unter diesen

Umständen wird es verständlich, daß VÖCHTING von manchen Seiten mißverstanden und daß seine Ansichten bald bekämpft wurden.

Zu einer scharfen, geschichtlich überaus fesselnden Polemik kam es wegen solcher Fragen bald mit SACHS, der sich in seinen pflanzenphysiologischen Grundanschauungen durch das Buch VÖCHTINGs getroffen fühlte. SACHS hielt es für erforderlich, dazu Stellung zu nehmen, „weil der Verfasser dieses Buches nach dem ganzen Tenor desselben sich als Vertreter der alten, von mir angegriffenen Vorstellungsweise zu erkennen gibt, was besonders darin hervortritt, daß derselbe neben den gewöhnlichen Kräften der Materie auch noch geheimnisvolle andere, sogenannte morphologische Kräfte in Anspruch nimmt", weil es sich also „um den *radikalen, prinzipiellen Gegensatz zwischen formaler Morphologie* und streng naturwissenschaftlicher Auffassung des Pflanzenlebens" handelt. Es müsse doch eine kausale Begründung der Morphologie gefordert werden. Als ob nicht VÖCHTING kausale, analytische Forschung getrieben und nicht scharf betont hätte, daß auch seine inneren Kräfte physikalisch-chemischer Natur sein dürften! Der Gegensatz zwischen VÖCHTING und SACHS lag tiefer. Es war derselbe, der sich zwischen SACHS und DARWIN auftat, als dieser in seinem Werk über das Bewegungsvermögen der Pflanzen die weite Verbreitung von Reizleitungsvorgängen im Pflanzenkörper *und hiermit sehr merkwürdige Innenbeziehungen* zwischen den Teilen der Pflanzen aufdeckte, die wie VÖCHTINGs Untersuchungen, nur auf anderem (reizphysiologischem) Gebiete die Einheit des pflanzlichen Organismus, die innige Verkettung seiner Teile mit einander scharf hervortreten liessen.

In seiner ersten Abhandlung über Stoff und Form der Pflanzenteile machte SACHS ohne persönliche Schärfen gegen VÖCHTING geltend, dieser habe die Frage kaum berührt, warum denn an abgeschnittenen Pflanzenteilen überhaupt Regeneration von Wurzeln und Sprossen erfolge. Auch dieser Einwand ist hinfällig: die „Totalität", die Beziehungen aller Teile zu einander, verhindern die Regeneration, solange der regenerierende Teil Bestandteil des Ganzen ist. SACHS glaubte, VÖCHTING seine Lehre von den spross- und wurzelbildenden Substanzen entgegenstellen zu müssen. Jene steigen bei Pflanzen mit aufrechtem Stamm, also *unter dem Einfluß der Schwerkraft*, nach oben, diese fließen nach unten, in den Blättern strömen sie aber beide basalwärts; so erklärt sich nach SACHS die verschiedene Polarität der Grundorgane. Wichtiger war der Einwand, VÖCHTING habe nicht bewiesen, daß

seine innere Kraft erblich sei; es könne sich doch auch um eine Nachwirkung der Schwerkraft handeln. Einige Versuche von SACHS mit positiv geotropischen *Yucca*- und *Cordyline*-Rhizomen schienen für diese Auffassung zu sprechen und zu dem Schlusse zu berechtigen, daß die von VÖCHTING allgemein angenommene Bedeutung von Spitze und Basis hier nicht besteht.

VÖCHTING antwortete auf diesen Angriff mit einer besonderen Abhandlung in der Botanischen Zeitung 1880. Er gibt zu, in seinem Buch den sicheren Beweis noch nicht dafür erbracht zu haben, daß seine innere Kraft erblich sei, zeigt aber nun durch eingehende Versuche mit hängenden Zweigen von Trauerbäumen, daß es sich bei dem Gegensatz von Spitze und Basis nicht um eine Nachwirkung der Schwerkraft handeln könne, und beweist ferner, daß SACHS' Versuche mit den erwähnten Rhizomen nicht sorgfältig genug waren. Auch bei ihnen tritt vielmehr eine Polarität zutage; doch entspricht sie merkwürdigerweise der der Wurzeln, d. h. es werden Sprosse an dem oberen, also basalen Ende regeneriert. Überzeugend wird SACHS' Hypothese der sproß- und wurzelbildenden Stoffe als völlig unzureichend für die Erklärung der Regenerationsvorgänge abgewiesen.

Es verlohnt sich nicht, auf die persönlich ungewöhnlich scharfe Antwort einzugehen, die SACHS 1882 in seinem zweiten Aufsatze über Stoff und Form gab, zumal sie an tatsächlich Neuem fast nichts beibrachte. Seltsam mutet seine jetzige Behauptung an, er habe niemals gesagt, daß die sproß- und wurzelbildenden Substanzen sich unter dem Einfluß der Schwerkraft bewegen; das geschehe vielmehr ganz unabhängig von äußeren Ursachen, „weil es eben nicht anders sein kann"; die Schwere greife vielmehr nur modifizierend ein. SACHS tut jetzt also dasselbe, was er seinem Gegner so schwer vorgeworfen hatte: er arbeitet nun ebenfalls mit einem inneren Gegensatz von Basis und Spitze, also mit inneren, polar wirkenden Kräften. Erst am Schlusse des II. Teiles der Organbildung, die im Jahre 1884 erschien, ging VÖCHTING noch einmal auf SACHS' Angriffe ein; es gelang ihm unschwer, in ruhiger und sachlicher Form seinen Gegner abzuweisen.

In diesem II. Teile der Organbildung, der dem Bonner Tierphysiologen PFLÜGER gewidmet ist, zeigt VÖCHTING, daß alle die Tatsachen, die für isolierte Zweig- und Wurzelstücke gelten, auch die ganze Pflanze beherrschen. Dazu kommen freilich im System des Gesamtorganismus „noch gänzlich unbekannte innere Ursachen hinzu", von denen sich einstweilen nur ihre Existenz nachweisen

läßt. So wird bei den Sträuchern das Wachstum in erster Linie durch Faktoren bedingt, die in dem spezifischen Aufbau der Art liegen und sich der direkten Untersuchung entziehen. Beachtenswert ist ferner der Nachweis, daß bei ihnen die Innovationssprosse an der Basis der Zweige entstehen, also wie die Regenerationssprosse an den Blättern, ferner die Angabe, daß bei manchen Trauerbäumen, wie z. B. *Sophora*, die nach abwärts gerichteten Zweige Wachstumstörungen erleiden. Wichtige Beobachtungen über die Symmetrie im Wachstum des Wurzel- und Zweigsystems werden mitgeteilt, aus denen ersichtlich ist, daß auch hier ein „innerer Faktor“, eine Korrelation, wie VÖCHTING jetzt nach dem Vorschlag GÖBELs sagt, in Betracht kommt. Weitere umfangreiche Abschnitte beschäftigten sich mit der Lehre vom Habitus der Bäume und Sträucher und mit der Geschichte und Theorie des Obstbaumschnittes. Überall wird die Bedeutung von Innenbeziehungen aufgedeckt und ins rechte Licht gestellt.

Selbstverständlich gab sich erneut Gelegenheit, auf das Wesen der „Vertizibasalität“ zurückzukommen, wie PFEFFER inzwischen den Gegensatz zwischen Basis und Spitze zu nennen vorgeschlagen hatte. „Wenn ich sage, der polare Gegensatz sei erblicher Natur, so meine ich damit, daß der gesammte morphologische Aufbau des Gebildes, die Configuration der sämmtlichen dasselbe zusammensetzenden Elementartheile derart sei, daß daraus mit Nothwendigkeit der Ort der neu anzulegenden Organe folgt.“ „Es ist sonach . . . die Gesammtheit aller Wechselbeziehungen zwischen diesen [Elementen], welche hauptsächlich den Ort der Neuanlagen bestimmen“. „Wie man sich nun die innere Structur der verschiedenen Gebilde denken will, bleibt jedem Einzelnen anheimgestellt; Feind aller voreiligen Hypothesen, habe ich darüber jede Meinungsäußerung unterlassen“. Als möglich bezeichnet VÖCHTING, daß die erblichen inneren Bedingungen ursprünglich durch äußere Anlässe, z. B. durch die Schwerkraft oder auch durch das Licht, induziert und dann erblich geworden seien. Verschiedentlich in seinen Arbeiten stellt sich ja VÖCHTING auf lamarckistischen Standpunkt und erklärt sich auch als Anhänger der „teleologischen Mechanik“ PFLÜGERs.

Eine sehr wichtige Fortbildung der theoretischen Vorstellungen über das Wesen der Polarität brachte alsdann das nächste Jahr in der Abhandlung „Ueber die Regeneration der Marchantieen“ (1885a). Auch bei diesen Lebermoosen gelang der Nachweis der Polarität: Die Regenerationstriebe entstehen stets an den vorderen Enden der Thallusstücke, doch ausschießlich auf ihren Unterseiten; Brutbecher und Infloreszenzstiele dagegen verhalten sich wie Blätter, regenerieren